# ATICA 2019

## Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas

OBRAS COLECTIVAS
TECNOLOGÍA 30

UAH

Jorge Finochietto
José A. Gutiérrez de Mesa
Carmen Rodriguez
Luis Bengochea
(Editores)

# ATICA2019

## Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas

*Jorge Finochietto*
*José Antonio Gutiérrez de Mesa*
*Carmen Rodríguez*
*Luis Bengochea*
*(Editores)*

Obras Colectivas de Tecnología 30

Universidad de Alcalá

UNC Universidad Nacional de Córdoba

# ATICA2019: Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas

Libro de Actas

X Congreso Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas

10th International Congress on Application of Advanced Information and Communications Technologies

**Universidad Nacional de Córdoba**
**Córdoba (Argentina)**
**20 al 22 de noviembre de 2019**

El libro "**ATICA2019: Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas**" en el que se recogen las Actas del *X Congreso Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones*, editado por Jorge Finochietto, José Antonio Gutiérrez de Mesa, Carmen Rodriguez y Luis Bengochea, se publica bajo licencia Creative Commons 3.0 de reconocimiento – no comercial – compartir bajo la misma licencia. Se permite su copia, distribución y comunicación pública, siempre que se mantenga el reconocimiento de la obra y no se haga uso comercial de ella. Si se transforma o genera una obra derivada, sólo se puede distribuir con licencia idéntica a ésta. Alguna de estas condiciones puede no aplicarse, si se obtiene el permiso de los titulares de los derechos de autor.

Universidad de Alcalá
Servicio de Publicaciones
Plaza de San Diego, s/n
28801 Alcalá de Henares
www.uah.es

ISBN: 978-84-18254-52-9

Edición digital

Imagen de la portada: *"Best Internet Concept of global business from concepts series. Elements of this image furnished by NASA". Techsmith Assets. (Subscription UNC).*

*Los contenidos de esta obra son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente la opinión oficial de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina), la Universidad de Alcalá (España) ni de ninguna de las instituciones que han colaborado en la organización del congreso.*

# Organización del Congreso

## Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)

El origen de la Universidad Nacional de Córdoba se remonta al primer cuarto del siglo XVII, cuando los jesuitas abrieron el Colegio Máximo, donde sus alumnos recibían clases de filosofía y teología. Hoy, la UNC tiene una población estudiantil de unos 136.000 estudiantes distribuidos entre Ciudad Universitaria y el casco histórico de Córdoba, la UNC –también denominada Casa de Trejo– cuenta con quince facultades; dos colegios secundarios; 145 centros e institutos de investigación; veinticinco bibliotecas; diecisiete museos; un laboratorio de hemoderivados; dos hospitales; un banco de sangre; dos observatorios astronómicos; una reserva natural, y un multimedio de comunicación compuesto por dos canales de televisión, dos radios (AM y FM) y un portal de noticias.. [www.unc.edu.ar]

UNC Universidad Nacional de Córdoba

## Universidad de Alcalá (España)

Institución fundada en 1499 es, en la actualidad, una institución moderna, de tamaño medio, reconocida en Europa y América como modelo a imitar. A los clásicos estudios humanistas y de ciencias sociales, ha incorporado las más novedosas titulaciones en todos los campos científicos lo que, junto con el Parque Científico y Tecnológico, constituye un factor decisivo de proyección internacional y de elemento dinamizador de la actividad en nuestra región.
Con más de 29.000 estudiantes, 38 titulaciones oficiales de Grado y una amplia oferta de estudios de posgrado y formación continua, se sitúa a la vanguardia de las universidades públicas.
La singularidad del modelo universitario, la aportación histórica a las letras y a las ciencias, a la belleza y riqueza de sus edificios hicieron posible que en 1998 la UNESCO la declarara Patrimonio de la Humanidad
[www.uah.es]

Universidad de Alcalá

# Comité de Honor

Hugo Oscar Juri, Rector Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
José Vicente Saz, Rector Universidad de Alcalá (España)

# Comité Científico

## Presidentes

Carmen Rodríguez, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
José Antonio Gutiérrez de Mesa, Universidad de Alcalá (España)

## Miembros

Adrián Domínguez Díaz, Universidad de Alcalá (España)
Aida Noemi Barrios Galindo, Universidad Panamericana (Guatemala)
Alicia Beatriz Lopez, Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina)
Alma De Los Ángeles Cruz Juárez, Universidad Veracruzana (México)
Alondra García, Universidad Panamericana (Guatemala)
Ana Castillo-Martínez, Universidad de Alcalá (España)
Antonio Garcia Cabot, Universidad de Alcalá (España)
Beatriz Elena Giraldo Tobón, Universidad de Santander (España)
Carlos Delgado Hita, Universidad de Alcalá (España)
Carmen Pagés Arévalo, Universidad de Alcalá (España)
Claudia Guzmán, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Daniel Gamarra, Universidad Continental (Perú)
Daniel Meziat Luna, Cátedra UNESCO de Educación Científica (España)
Diego Beltramone, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Elena Campo Montalvo, Universidad de Alcalá (España)
Erika Jaillier Castrillon, Universidad Pontificia Bolivariana (Colombia)
Ernesto Espinoza Montenegro, Universidad de León (Nicaragua)
Eva García López, Universidad de Alcalá (España)
Félix Andrés Restrepo Bustamante, Universidad Alcalá (España)
Francisco J. Estrada-Martínez, Universidad de Alcalá (España)
Gabriela Jurado Chamorro, Universidad Continental (Perú)
Gerardo Contreras Vega, Universidad Veracruzana (México)
Gustavo Wolfman, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Hector Montes Franceschi, Universidad Tecnologica de Panama (Panamá)
Hector R. Amado-Salvatierra Universidad Galileo (Guatemala)
Horacio Mendoza, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Ignacio Aranciaga, Universidad Nacional del Litoral Virtual (Argentina)
Isabel Cano Ruiz, Universidad de Alcalá (España)

Jaime Oyarzo Espinosa, Universidad de Alcalá (España)
Janet Chicaiza, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)
Jesús G. Boticario, Universidad Nacional de Educación a Distancia (España)
Jorge Finochietto, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Jorge López-Vargas, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)
José Amelio Medina Merodio, Universidad de Alcalá (España)
José Antonio Gutiérrez de Mesa, University of Alcalá (España)
José González Enríquez, Universidad de Sevilla (España)
José Luis Castillo Sequera, Universidad de Alcalá (España)
José Luis Martín Núñez, Grupo de Ingeniería de Organización UPM (España)
José María Gutiérrez Martínez, University of Alcalá (España)
José Ramón Hilera González, Universidad de Alcalá (España)
Juan Aguado-Delgado, Universidad de Alcalá (España)
Juan Carlos Morocho, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)
Juan Carlos Pérez, Universidad Veracruzana (México)
Juan Manuel Ramos Quiroz, Instituto Politécnico Nacional (México)
Karen Virginia Dubon Alvarado, Universidad Panamericana (Guatemala)
Karla Fernanda Ordoñez Briceño, Universidad Técnica de Machala (Ecuador)
Luis Bengochea Martínez, Universidad de Alcalá (España)
Luis De Marcos Ortega, Universidad de Alcalá (España)
Luis Fernandez Sanz, Universidad de Alcalá (España)
Magalí Carro Pérez, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Maria Cristina Teresita Castillo, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
María Inés Laitano, Laboratoire LabSic Université Paris 13 (Francia)
Mariel Rivero, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Mariela De Los Ángeles Román Barrios de Paz, USAC (Guatemala)
Martin González Rodriguez, Universidad de Oviedo (España)
Miguel Angel Barradas Gerón, Universidad Veracruzana (México)
Miguel Ángel Caldera Torres, Universidad Americana (Nicaragua)
Miguel Angel Navarro Huerga, Universidad de Alcalá (España)
Milton Alfredo Campoverde Molina, Univ.Católica de Cuenca (Ecuador)
Nelson Augusto Forero Páez, Universidad Católica de Colombia (Colombia)
Nora Valeiras , Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Olga Santos, Universidad Nacional de Educación a Distancia (España)
Pablo Madoery, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Paola Cristina Ingavélez Guerra, Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)
Rene Elizalde, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)
Roberto Aguas Núñez, Universidad del Magdalena (Colombia)
Roberto Barchino, Universidad de Alcalá (España)
Rocío Calvo Martín, Universidad Carlos III de Madrid (España)
Rosanna Paula Forestello, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Salvador Otón, Universidad de Alcalá (España)
Sergio Luján Mora, Universidad de Alicante (España)
Silvana Temesio, Universidad de la República (Uruguay)
Silvina Soledad Bellini, Universidad Nacional del Litoral Virtual (Argentina)
Verónica Alexandra Segarra Faggioni, Univ. Técnica P. de Loja (Ecuador)

# Comité Organizador

## Presidentes

Luis Bosch, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Luis Bengochea, Universidad de Alcalá (España)España)

## Miembros

Blanca Menéndez Olías, Universidad de Alcalá (España)
Clara Hilera Vilar, Community manager (España)
Claudia Guzmán, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Jorge Finochietto, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
José Ramón Hilera González, Universidad de Alcalá (España)
Magali Evelin Carro Pérez, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Nora Valeiras, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)

# Prólogo

Carmen Rodríguez

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)

Como una cofradía nómada ATICA va recorriendo la geografía de las gentes hispanoparlantes, llevando su bagaje de ciencia y tecnología para esparcirla entre las ámbitos académicos y científicas de América Latina y España.

Esta reunión de personas afectas a explorar el nuevo conocimiento ahora se ha dado cita en Córdoba, en Argentina, y el producido de sus estudios, esfuerzos y saberes se comparten con toda la comunidad científica, convocando a aprehenderlos a todos aquellos que también quieren saber y aprender. Y es así que, arracimada, se concentra en este libro que será el reservorio final de tres jornadas de intercambio, crecimiento y enseñanza para estudiantes, académicos, profesionales y científicos.

"*ATICA 2019, 20, 21 y 22 de noviembre de 2019, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba*" es la convocatoria al X Congreso Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas que desde 2012 viene recorriendo distintos países de la mano de quienes la crearon, profesores de la Universidad de Alcalá, España.

Y los tres días del encuentro transcurren en una ciudad como Córdoba, una ciudad que tiene una larga tradición universitaria, que se remonta a varios siglos atrás, cuando nace la Universidad Nacional de Córdoba, primera universidad del país y una de las primeras en América. Una Universidad que, además de su linaje gentil, conserva blasones históricos como la transcendente Reforma Universitaria de 1918 y su distintivo estatus de impartir una enseñanza libre, gratuita y laica a quienes quieran aprender en sus aulas.

Hija de esa Universidad, la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales junto con la Universidad de Alcalá presentan hoy en sociedad los anales de este emprendimiento conjunto, el Libro de Actas de ATICA 2019.

Y es un honor que ATICA haya recalado en esta Facultad y un gran halago que las expectativas puestas hayan sido cumplidas. En cada uno de los sectores convocados ha habido un acompañamiento notable de alumnos, profesores y científicos que han presentado artículos y ponencias engrandeciendo las dimensiones del Congreso. Con más de cien presentaciones, originadas en trece países, puede afirmarse que la convocatoria ha sido un éxito y que su entorno brinda un ámbito que tiende a promover las relaciones entre la universidad, la industria y los distintos sectores sociales, con una acabada decisión de que estos sectores compartan resultados innovadores, inicien alianzas y desarrollen ideas transformadoras vinculadas con la tecnología de la información y las comunicaciones.

Las áreas de interés definidas interpelan a las universidades sobre su adecuación a las nuevas tecnologías y su transferencia al medio como un vehículo privilegiado para propiciar la inclusión social, la equiparación de capacidades y la inserción de género en el contexto de mundo de inequidades manifiestas.

Pero abramos el compendio de ATICA 2019. El Libro de Actas ATICA 2019 está organizado según las áreas temáticas que recorre. Así, tenemos cinco secciones con temas claramente orientados a áreas específicas y una sexta que comprende a los posters expuestos.

El acceso a herramientas informáticas aisladas y/o conectadas a la red Internet incentiva al desarrollo de herramientas que trascienden lo físico para lograr sortear los obstáculos que plantea la discapacidad. La accesibilidad a través de diseños originales y experiencias validadas se exponen acabadamente en la sección Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para Mejorar la Accesibilidad. A lo largo de trece artículos los autores muestran los avances producidos y su valorable aporte en la eliminación de barreras sociales hacia quienes son la población objetivo. Recorriendo los trabajos se puede comprender cabalmente el amplio mundo que abre la utilización de la tecnología en la equiparación de derecho de todos los seres humanos.

Sobre un espectro más amplio se desarrolla la segunda sección que trata de los avances tecnológicos y científicos en informática y comunicaciones. Bajo el título de: Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas se exhiben propuestas tales como desarrollos de big data, inteligencia artificial y cyberseguridad por citar solo tres de los diversos temas abordados. El impacto de estas ponencias, todas de punta tecnológica, ofrecen un vasto abanico de áreas científicas en pleno desarrollo que producirán grandes cambios en el comercio, la industrias y en muchos otros aspectos de la actividad humana.

En este libro, a diferencia del correspondiente al anterior Congreso, aparecen tres secciones desagregadas e independientes por su entidad propia. Una – tercera sección - es Gobierno TIC y Aspectos Sociales y de Género en la que se explayan cuestiones de relaciones interpersonales y de gobernanzas que son modelados bajo la óptica de su paulatino ingreso al mundo tecnológico.

La cuarta sección nos sumerge de pleno en la vorágine de los dinámicos cambios de la red al plantear Tecnologías Emergentes en Internet. Internet de las cosas ocupa la mayor cantidad de las publicaciones indicando el interés creciente en la materia por parte de los grupos de investigación en tecnologías.

En la quinta sección se agrupan los artículos de un tema clásico de ATICA, la educación. Así en Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones en Educación se concentran treinta y dos artículos convirtiéndola en la sección con más publicaciones. Una rica exposición de cómo, con herramientas especializadas y basadas en TIC, se puede mejorar la enseñanza y su correlativa inclusión social. Estudios de casos, experiencias particulares, herramientas informáticas, rendimiento académico, calidad educativa y muchos tópicos más configuran una provechosa ilustración para

académicos y educadores. Enriquecedoras experiencias que se ponen a disposición de estudiantes, docentes, investigados y egresados sobre una cuestión tan sensible y tan importante para el crecimiento de un país como lo es la educación y, más aún, cuando eso se realiza con nuevos recursos, más modernos, flexibles y personalizados, que hoy están al alcance de todos.

En un último apartado aparecen los posters, donde se hacen sintéticas presentaciones relacionadas a las cinco secciones descriptas anteriormente, permitiendo mostrarse al conjunto de sus autores en el escenario que ofrece la Conferencia.

Queremos subrayar que, al recorrer las páginas del libro, observamos que los colaboradores de ATICA ponen de relieve, en cada una de sus presentaciones, una fuerte tendencia en demostrar que sitúan a la ciencia y la tecnología como una herramienta al servicio del crecimiento de la humanidad. Su lectura es altamente recomendable y reconfortante.

Finalmente, felicitamos a los hacedores de este evento, a los miembros del Comité de Honor, del Comité Científico, del Comité Organizador, a los Editores, a quienes trabajaron para sintetizar en sus ponencias laboriosas investigaciones y a todos los que, movidos por su necesidad de aprender, participaron de esta Conferencia.

*Prof. Ing. Carmen Rodríguez*
*Directora del Laboratorio de Comunicaciones Digitales*
*FCEFyN – UNC*

# Índice de Contenidos

## Prólogo

*Carmen Rodriguez, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)* 9

## Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para mejorar la Accesibilidad

La accesibilidad digital para usuarios TIC a través del proyecto europeo WAMDIA 19
*Ines López Baldominos, Vera Pospelova, Luis Fernández Sanz and Ana Castillo Martinez*

Actor propositivo o tradicional: El rol accesible del tutor virtual 27
*Ana María Aparicio Franco, Beatriz Elena Giraldo Tobon and Felix Andres Restrepo Bustamante*

Componentes en la construcción de cuestionarios para la evaluación de efectividad en procesos de diseño accesibles y adaptativos 35
*Karla Patricia Díaz Padilla, Gerardo Contreras Vega, Juan Carlos Pérez Arriaga and Alma De Los Ángeles Cruz Juárez*

Alternativas para reducir la brecha digital en Colombia 43
*Ronald Alexander Castañeda Olarte, Diego Andres Huertas Duarte and Nelson Augusto Forero Paez*

Chatbots y redes sociales como soporte en la evaluación de accesibilidad web y usabilidad 52
*Nicolás Vaca and Cecilia Avila*

Incorporación de criterios de accesibilidad para revitalización y reconocimiento de lenguas indígenas, afro y diversidades del español con ayuda de TIC 60
*Angélica Hoyos, Mauricio Arrieta, Roberto Aguas-Núñez, Karen Buelvas and Matías Cantillo*

Modelo de interacción de personas con discapacidad auditiva orientado al desarrollo de software accesible 68
*Laura Teresa Vázquez Córdoba, Juan Carlos Pérez, Gerardo Contreras Vega, Carlos Ochoa and Alma De Los Ángeles Cruz Juárez*

OWA como extensión de Google Chrome para análisis de accesibilidad de sitios web 76
*Cristian Timbi-Sisalina and Galo Guartatanga*

Evaluación formativa usando Plickers con universitarios de ingeniería: Una Estrategia práctica educativa 83
*Jose Luis Castillo Sequera, Jose Manuel Gomez Pulido and Daniel Alfonso Quinto Pazce*
Propuesta de un teclado adaptado para la realización de cuestionarios digitales enfocado a personas con discapacidad visual 93
*Rayner Palta, Bryan Carrasco and Paola Ingavelez*
Arquitectura para el desarrollo de videojuegos 2D accesibles: caso práctico para discapacidad visual 101
*Mario Cobos, Juan Aguado-Delgado, Adrián de Juan Lora, Adrián Domínguez and José-María Gutiérrez-Martínez*
Sistema experto basado en reglas para generar objetos de aprendizaje adaptado a lectura fácil considerando la variabilidad de aprendizaje 109
*Christian Oyola Flores, Paola Ingavélez Guerra, Vladimir Robles Bykbaev and Salvador Otón Tortosa*
Estudio de la accesibilidad en videojuegos 3D y propuesta de rúbrica de evaluación 118
*Adrián de Juan, Mario Cobos, Juan Aguado, Adrián Domínguez and José-María Gutiérrez-Martínez*
Herramienta para el estudio del uso de metadatos de accesibilidad en Internet 126
*Daniel Ortega Moreno and Salvador Otón Tortosa*

## Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas

Análisis del rendimiento de las tecnologías DOTS para el desarrollo de videojuegos con Unity 134
*Adrián Domínguez, Víctor Fernández, Juan Aguado Delgado and Sergio Caro Álvaro*
Estudio de las Diferentes Investigaciones sobre Clasificación de Usuarios en Entornos Gamificados 142
*David Menoyo-Ros, Daniel Fernández-Díaz, Sergio Caro-Álvaro, Antonio García-Cabot and Eva García-López*
An Automatic Attendance Control Biometric System Based on Facial Recognition 150
*Pablo Pico-Valencia and Juan A. Holgado-Terriza*
Implantación de ISO 27001 158
*Alberto González Lizan*
Gestión de servicios TI con ITIL y herramientas OPENSOURCE 163
*Jose Luis González Blázquez*
Influencia ciberseguridad en los proyectos de automatización industrial 168
*Jose Fco. Paredes Nuñez*
Derecho de usuario en el mercado de BIG DATA 175
*Sasan Jafari Kopaei*

Pruebas Funcionales para la Calidad de Software 183
*María Paz Sánchez Rodríguez*
Optimización en la asignación de responsables de proyectos software mediante técnicas de machine learning 191
*Rubén Pérez Ortiz*
AngioDat 3.0. Sistema de Gestión de Datos para la Unidad de Cardiología Intervencionista 198
*Beyda González Camacho, Francisco Luis Moreno Martínez and José Amelio Medina Merodio*
Sistema de soporte al desarrollo de la motricidad fina en niños con y sin discapacidad a través de lógica difusa y juegos serios 206
*Adriana León, Angel Perez, Lucía Cordero-Cobos, Vladimir Robles-Bykbaev and Luis Serpa-Andrade*

## Gobierno TIC y Aspectos sociales y de Género

Perfiles de los estudiantes indígenas de la educación media superior en las modalidades escolarizada y no escolarizada en México 214
*Miriam Elideht Arguello Moreno, Juan Manuel Ramos Quiroz and Francisco Javier Chávez Maciel*
Ontología para representar el dominio de las competencias ciudadanas 222
*Cecilia Avila, Manuel Balguera, Valentina Tabares and Angie Sachica*
Sistema de monitoreo en cultivos de café para el mejoramiento de procesos productivos en Colombia 230
*Danilo Alberto Vera Parra, Roberto Ferro Escobar and Alexander Pineda Rodriguez*

## Tecnologías emergentes en Internet

Estudio de Centros de Datos para la interconexión de soluciones basadas en IoT, en El Salvador 238
*Marlene Elizabeth Aguilar Navarro and Gisela Yasmín García Espinoza*
Arquitectura de Comunicaciones para Sistemas de Teleoperación sobre Internet 246
*Fernando Corteggiano, Sebastián Joel Tosco and Livio Sebastián Maglione*
The Use of Relational and NoSQL databases in the IoT Context - A Review 254
*Renzo Mesquita and Patrick Paiva*

Smart Water Quality Monitoring and Control based on Internet of Things 262
*Ana Celani, Mariana Moreira, Renzo Mesquita, João Gomes and Joel Rodrigues*

## Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones en la Educación

Skills Match: how open data enable analysis of demand of non-cognitive skills in the labour market 270
*Vera Pospelova, Luis Fernández Sanz, Manuel de Buenaga and Ana Castillo*
La integración de las tic mediante los entornos personales de aprendizaje y el uso social del dispositivo 278
*Andres Ferez and Ana Jorgelina Repetto*
Los Objetos Virtuales de Aprendizaje-OVA en la Educación Superior como estrategia formativa en la era digital. Una experiencia a partir del curso Introducción a la Administración 286
*Sonia Janneth Limas SuÁrez*
La transición de las bibliotecas a los compendios digitales, ObservaTlachco, un espacio de reflexión estudiantil. 294
*Jesús Librado Tapia Valladares*
Resolução de problemas abertos: Uma proposta para o ensino de Física Quântica 301
*Giovana Espíndola Batista and Ederson Staudt*
La tecnología educativa, el gran olvido en los programas de estudio en México 309
*Axel Tapia Sánchez*
Proyecto de affordance de investigación para correlacionar datos de uso de plataformas y datos de rendimiento en el aprendizaje, mediante minería de datos. Presentación de un caso 314
*Yamil Buenaño and Miguel Zapata-Ros*
Diseño e investigación de escenarios virtuales de aprendizaje en la universidad 322
*Elena Barroso, Teresa Cabezas and Mariela Meljin*
Convergencia de procesos de docencia en la aplicación Teams de Microsoft 330
*Mauricio Arrieta, Roberto Aguas-Núñez, Edgar Villegas and Karen Buelvas*
Uso de la animación 3D en la enseñanza de la aplicación de la segunda ley de Newton al movimiento circular uniforme. 338
*Eugenio Castellón, Mauricio Arrieta, Roberto Aguas-Núñez and Daniel Marín*
Enseñanza de Negocios Internacionales: una experiencia gamificada con TIC 345
*Katya Igirio, Mauricio Arrieta, Roberto Aguas-Núñez, Karen Buelvas, Daniela Segrera and Kevin Romero*
La pedagogía como garante de la calidad educativa en la mediación computacional 353

*Beatriz Elena Giraldo Tobon, Ana Maria Aparicio, Fernanda Marcucci, Elena Campo Montalvo and Felix Andrés Restrepo Bustamante*

Análisis de una actividad con laboratorios virtuales para sistemas oscilatorios en estudiantes de ingeniería 364
*Claudio Enrique, Marta Yanitelli and Silvia Giorgi*

Bases para un Programa de enseñanza de robótica en la escuela 372
*María Laura Barroso, María Fernanda Giordanino and Alicia Herminia Sposetti*

Utilización del Aula Virtual como dispositivo de apoyo a la enseñanza de la historia de la profesión en el Curso de Ingreso. Aprendiendo desde la virtualidad. 382
*Sabrina Nair Sanchez, Antonella Di Paola and German Pereno*

Minería de datos educativa para analizar la correspondencia entre las interacciones y el rendimiento académico: un caso de estudio 390
*Christian Alexis Ramírez Monteros, Luis Magdiel Oliva-Córdova, Mario Renán Moreno Sabido, Héctor R. Amado-Salvatierra and Antonio García-Cabot*

Realidad virtual e imágenes 360° para facilitar la inclusión y mejorar la adquisición de competencias 400
*Marcelo Martín Gómez, Nancy Edith Saldis, Carina Colasanto and Claudia Teresa Carreño*

Propuesta metodológica para aprendizaje de lengua de señas Ecuatoriana en niños con discapacidad auditiva a través de juegos serios y sistemas expertos 408
*Juan Carlos Quezada, Karina Panamá-Mazhenda, Andrés Viscaino-Quito and Vladimir Robles-Bykbaev*

Aprendizaje de código morse mediante captura de señales miográficas a través de un brazalete inteligente 416
*Mayra Fajardo, Carlos Álvarez, Esteban Sibri and Paola Ingavélez*

Recursos educativos en educación superior: técnicas de visualización 424
*Alejandra Elizabeth Herrera*

Trabajos Prácticos Laboratorio de Física por indagación y modelización en Moodle: Percepciones de estudiantes Ingeniería. 432
*Edith Herrera San Martín and Ivan Sanchez Soto*

Educación inclusiva para estudiantes con discapacidad: un enfoque de apoyo multidisciplinar basado en sistemas inteligentes y herramientas colaborativas 441
*Fernanda Bermeo-Zambrano, Adriana León, Katherine González-Arias, Jafet Gálvez-Quezada, Vladimir Robles-Bykbaev, Cayetana Palacios and Soledad Rivera*

Implementación de las Aulas Virtuales en la Carrera de Abogacía en la UNC. Un análisis desde las dimensiones institucional, curricular, pedagógica y tecnológica 449
*Maria Ruiz Juri and Sabrina Nair Sanchez*

Promoviendo Acceso con Equidad al Desarrollo de Habilidades y Competencias STEAM en Estudiantes de Educación Media y Secundaria de Escuelas Públicas 457

*Marcelo Caplan*

Aprendizagem matemática na perspectiva dos modelos de ensino híbrido 465
*Núbia Lúcia Cardoso Guimarães and Patrícia Alejandra Behar*

Las TIC en la Educación Inclusiva. Incorporación de las Aulas Virtuales como estrategia para la enseñanza y aprendizaje de ciencias 469
*María Graciela García Pereira*

Análisis Comparativo de herramientas de comunicación para la elaboración de material audiovisual en Álgebra y Geometría Analítica 477
*Marta Vidal, Mónica García Zatti, Verónica Vanoli and Cofré Lorena*

Desarrollo de un sistema de comunicación universitario 485
*Antonio Sarasa Cabezuelo*

Fundamento teórico para el ecosistema de educación virtual en básica primaria, básica secundaria y media académica del colegio unicab virtual de Colombia 493
*Imelda Vergara Gómez and Grupo De Investigación Unicab Giu*

O estudo da ondulatória: A aprendizagem Baseada em Projetos com Recursos de Tecnologia da Informação e Comunicação em situações significativas 501
*Ramón Araujo, Ederson Staudt and Karen Tauceda*

Enseñanza de Ciencias Morfológicas mediada por Realidad Aumentada: cuando la incorporación de TIC a las aulas va más allá de un mero cambio de formato 508
*Ana Patricia Fabro and Mariana Cabagna*

La integración de las TIC en las prácticas docentes: una mirada desde la enseñanza de la Física y de la Química en la Educación Secundaria uruguaya 516
*Marta Elizabeth Flores Arrieri, Micaela Sosa and Sair Aparicio*

## Pósters

El aprendizaje de una lengua extranjera a través de un ecosistema digital, mitos y realidades en la educación básica 520
*Jesús Librado Tapia Valladares*

Robótica Educativa, una propuesta de enseñanza para la construcción de significados en física basada en el MOPRE 524
*Alejandra Pérez and Sergio Andrés Correa*

Aplicaciones de Arduino para personas con discapacidad, un apoyo al aprendizaje en educación secundaria 530
*Axel Tapia Sánchez*

Necesidades formativas y capacitación docente en TIC. Entre lo formal y lo informal 534
*Marcela María De Luca*

Una experiencia de enseñanza de robótica en la escuela primaria 539

*Alcia Herminia Sposetti, Buttie Valeria and Olga Palombarini*

Influencia de las características demográficas de docentes de posgrado en el desarrollo de las competencias digitales 549
*Miriam Elideht Arguello Moreno and Juan Manuel Ramos Quiroz*

Aplicación Android para la enseñanza de matemáticas en personas jóvenes y adultas con discapacidad cognitiva 553
*Gisel Anabel Bustos, Mariam Calmels, Barbara Molina and María José Rustán*

Una propuesta de implementación de Octave y Arduino en la asignatura Álgebra y Geometría Analítica 557
*Marta Cecilia Vidal and Lorena Cofré*

Práctica experimental, tic y entornos virtuales de aprendizaje en la enseñanza de la física 561
*Javier Felix Martin, Edgardo Antonio Gutierrez and Mariano Augusto Nicotra*

Análisis para el Diseño de Software “Brave Little” para mejorar las dificultades en habla de niños con Labio Fisurado y Paladar Hendido en Colombia 565
*Juddy Yinet Morales Peña and Roberto Ferro Escobar*

# La accesibilidad digital para usuarios TIC a través del proyecto europeo WAMDIA

Inés López[1], Vera Pospelova[1], Luis Fernández Sanz[1], Ana Castillo[1]

[1]Departamento de Ciencias de la Computación
Universidad de Alcalá (España)
Ines.lopezb@edu.uah.es, vera.pospelova@edu.uah.es, luis.fernandez.sanz@uah.es, ana.castillo@uah.es

**Resumen.** La accesibilidad es un elemento clave para la inclusión de todas las personas en el mundo digital actual. Consciente de su importancia, la Unión Europea aprobó la directiva 2016/2102 que obliga a que la información digital de entidades públicas, o financiada con dinero público, sea accesible. El proyecto europeo Erasmus+ WAMDIA se ha centrado en la implantación de la directiva desde el punto de vista de los simples usuarios de TIC que generan contenidos: el objetivo es su concienciación y formación para que sepan contribuir por sí mismos, sin técnicos, a la accesibilidad digital. Este trabajo presentará el análisis de resultados de la macroencuesta a 525 personas de diferentes países europeos sobre su actitud frente a la accesibilidad, así como el efecto que los cursos del proyecto WAMDIA han tenido entre las personas que los han realizado. En general, se percibe un gran interés en contribuir a la accesibilidad digital y una percepción de que hacerlo de manera efectiva no es especialmente difícil para un usuario medio.

**Palabras clave:** Accesibilidad digital, directiva 2016/2102, RD 1112/2018, WAMDIA, usuarios TIC.

## 1. Introducción

Tomando como inspiración la definición incluida en la norma ISO 25000 (ISO, 2014), podemos definir «accesibilidad digital» como el grado en el que un producto o sistema digital puede ser utilizado por personas con la mayor diversidad posible de características, tengan o no alguna discapacidad o necesidad especial.

Los servicios, productos e información digitales ya forman parte de la vida diaria de prácticamente toda la población, con ejemplos como la banca y el comercio online, el uso de servicios públicos por internet, la comunicación con familiares y amigos, etc. Por consiguiente, la accesibilidad digital no se limita a unas normas técnicas, sino que es una cuestión de voluntad política y obligación moral por la igualdad. Igual que se han aprobado leyes para obligar a que los espacios públicos y privados incorporen buenas prácticas de accesibilidad física, la Unión Europea ha promovido medidas legales específicas de cara a la accesibilidad digital. El instrumento principal es la Directiva UE 2016/2102. El título completo es Directiva (UE) 2016/2102 del

Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de octubre de 2016, sobre la accesibilidad de los sitios web y aplicaciones para dispositivos móviles de los organismos del sector público (Parlamento Europeo y del Consejo, 2016). La directiva fijaba el 23 de septiembre de 2018 como el límite para transponer la directiva y adaptar la legislación existente: por ello, el gobierno de España publicó el Real Decreto 1112/2018 (Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las cortes e Igualdad, 2018). Como consecuencia de la entrada en vigor del Real Decreto, los sitios web, intranets, extranets, documentos publicados, archivos multimedia y aplicaciones móviles del sector público deben garantizar la accesibilidad digital. Esta normativa afecta a todas las instituciones de la administración pública, centros educativos... y también a aquellas empresas privadas que quieran desarrollar su actividad en el marco del sector público.

La evolución constante de las herramientas de TI ha facilitado progresivamente a los usuarios el proceso de trabajo con la información digital. Los usuarios pueden crear o gestionar fácilmente contenidos digitales como textos, imágenes, presentaciones, vídeos, etc. con un grado de calidad razonable, incluso crear y subir contenido web limitado, por ejemplo, utilizando un CMS (Content Management System), o sistema de gestión de contenidos, como Wordpress u otros similares. Por el contrario, los profesionales digitales y de TI pueden hacer aquello para lo que el usuario medio no está cualificado. Por ejemplo, administrar todos los aspectos de la configuración, rendimiento o seguridad de un servidor web, diseños complejos, bases de datos asociadas… en entornos complejos y marcos técnicos. En ambas partes pueden surgir problemas de accesibilidad. Este es un motivo importante para educar a todos los usuarios que crean contenido con el fin de garantizar la accesibilidad.

Atendiendo a esta necesidad de evaluar la concienciación y la formación de los usuarios no profesionales para garantizar información digital accesible surge el proyecto WAMDIA.

## 2. WAMDIA - We All Make Digital Information Accessible

WAMDIA es un proyecto Erasmus+ Ka-2 Project Strategic Partnership que se ha desarrollado desde octubre de 2017 hasta septiembre de 2019. El consorcio está formado por ocho socios pertenecientes a cinco países europeos.

- Coordinador: Universidad de Alcalá (España)
- Socios:
    - Grupo Caip Doc-it (España)
    - Consejería de Economía, Empleo y Hacienda. DF de Formación de la Comunidad de Madrid (España)
    - IT Study (Hungría)
    - Szálmalk-Szalézi (Hungría)
    - DMC-Metrix (Irlanda)
    - PRISM (Italia)
    - SMEBox (Suecia)

Como ya se ha comentado, la accesibilidad digital está ahora de plena actualidad en Europa después de la aprobación de la Directiva Europea 2016/2102 (Parlamento

Europeo y del Consejo, 2016) y su transposición en España con el Real Decreto Rd1112/2018 (Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las cortes e Igualdad, 2018). Tras un análisis del contexto actual se comprueba que los usuarios de las TIC tradicionalmente han pensado que la accesibilidad digital es una tarea exclusiva de profesionales de las TIC cuando diseñan y desarrollan sitios web o aplicaciones móviles. También se piensa que esto es algo pensado para personas con discapacidades muy concretas como la discapacidad visual o ceguera.

Partiendo de esta situación, WAMDIA se plantea tres objetivos principales:

I. Democratización de la accesibilidad. En la era digital, la accesibilidad no depende únicamente de profesionales TIC. La web con el diseño más accesible deja de serlo si hay un único archivo cuyo contenido no es accesible. Hay una necesidad de sensibilizar y facultar a los usuarios de las TIC para que la información digital que creen sea accesible.

II. Nueva visión de la accesibilidad. El concepto de accesibilidad se ha asociado tradicionalmente como algo destinado a la población identificada como "discapacitada" o con necesidades especiales. Sin embargo, todas las personas pueden experimentar una situación temporal en la que sus capacidades se vean limitadas. El envejecimiento es un ejemplo claro de cómo las necesidades de la población pueden cambiar, pero también puede ser resultado de acceder a información en un entorno poco propicio como un aeropuerto con mucho ruido, reflejos en la pantalla, o una simple lesión temporal en un brazo.

III. Desarrollar habilidades de alta calidad para garantizar la sostenibilidad de las acciones para la accesibilidad digital. Se trata de extender la formación en el campo de la accesibilidad para desarrollar habilidades entre los grupos objetivo del proyecto (ver abajo) a la vez que se promueve el currículum formado desarrollado por WAMDIA que se apoya en referencias europeas muy aceptada como el marco Digicomp 2.1 (Stephanie Carretero, Riina Vuorikari, Yves Punie, 2017) o las certificaciones ofimáticas como ECDL (ecdl.org) que han sido reconocidas por la UNESCO como las más completas para implantar Digicomp (Nancy Law, David Woo, Jimmy de la Torre and Gary Wong, 2018).

Estos objetivos son universales y se aplican a todos los usuarios de las TIC. Sin embargo, WAMDIA define grupos prioritarios para garantizar una mayor efectividad:

- Profesionales y gerentes VET (no TIC), incluyendo profesores de enseñanza superior involucrados en el aprendizaje permanente para difundir los conceptos y habilidades necesarios para la accesibilidad digital.
- Empleados y gerentes de organismos públicos (no TIC) ya que la accesibilidad es de obligado cumplimiento en la información digital pública.
- Empleados y gerentes de pymes, también están obligados a garantizar la accesibilidad para trabajar en el sector público.

El proyecto de divide en tres fases; primero un estudio sobre el estado actual de la accesibilidad digital en cada país de los socios, una segunda fase de diseño del currículo

y de la estrategia de sensibilización y, finalmente, el desarrollo y uso de recursos para la sensibilización y formación. Se puede consultar el detalle de las actividades realizadas en cada fase en la Tabla 1.

**Tabla 1**. Fases y actividades del proyecto WAMDIA

| **Fases y actividades del proyecto WAMDIA** |
|---|
| **O1. Estudio de accesibilidad digital y VET en cada país** |
| O1/A1 Estudio de normativa, informes y documentación local |
| O1/A2 Información de actores con encuestas online, entrevistas y casos |
| O1/A3 Desarrollo de una web accesible sobre accesibilidad digital en FP |
| **O2. Diseño de currículo y estrategia de sensibilización de accesibilidad digital** |
| O2/A1 Diseño de currículo, materiales y certificación |
| O2/A2 Diseño de la campaña de sensibilización y su material |
| **O3. Recursos para la sensibilización y formación en accesibilidad digital** |
| O3/A1 Desarrollo y uso de materiales de formación |
| O3/A2 Desarrollo y uso de materiales sensibilización |

## 3. Encuesta sobre actitudes y percepciones frente a la accesibilidad digital

En la fase de recopilación de información de los actores implicados en la accesibilidad digital (O1/A2), se trataba de conocer el grado de concienciación, motivación y conocimiento existente sobre accesibilidad digital entre los grupos prioritarios del proyecto.

La encuesta perseguía varios objetivos; comprobar el grado de conocimiento sobre la legislación existente, comprobar si los participantes realmente comprenden el concepto de accesibilidad o se está incurriendo en alguno de los mitos más extendidos, conocer el grado de implicación que tendrían tanto a nivel personal como de sus respectivas empresas para promocionar la accesibilidad digital y participar en las actividades que se desarrollarán en el marco del proyecto.

Esta recopilación de información se realiza basándose en principios cualitativos y cuantitativos mediante una encuesta online con preguntas cerradas en la plataforma EU Survey (https://ec.europa.eu/eusurvey/home/welcome): La información se ha complementado con entrevistas directas tanto presenciales como en reuniones online planteando prácticamente las mismas preguntas pero en forma abierta.

### 3.1. Muestra

Los indicadores de éxito prometidos en la propuesta de proyecto para esta actividad marcaban 280 participantes para la encuesta online y 24 entrevistas. Finalmente, durante el periodo en que estuvo abierta la recogida de datos (del 17-mayo-2018 hasta

el 2-julio-2018) se alcanzaron 525 respuestas a la encuesta online y 27 entrevistas personales.

La mayor parte de los participantes (94%) provienen de los países de los socios de WAMDIA, destacando el caso de España con un 50,1% de las respuestas. Aun así, hay un número considerable de respuestas provenientes de otros países como resultado del trabajo internacional de los socios.

En la muestra están representados todos los grupos objetivos del proyecto, con especial presencia de profesores de educación continua y educación superior (31%) y empleados del sector público (40%). La gran mayoría de los participantes (83,8%) se sitúa entre los 30 y 60 años e indica tener una experiencia profesional de más de 20 años (32%) o ente 10 y 20 años (24%). Si atendemos a diferencias de género hay una mayoría de mujeres encuestadas (60%).

Cuando se pide a los participantes que autoevalúen sus habilidades digitales en niveles, la mayoría de las respuestas se obtienen en los niveles intermedio, avanzado y dominio.

### 3.2. Resultados

Al ser preguntados si conocen el término accesibilidad digital un 76% de los encuestados indica que sí lo conoce y solo un 5,9% de personas no han oído hablar de él, lo que supone una buena noticia para los objetivos del proyecto. Sin embargo, estos números no garantizan que el conocimiento de la accesibilidad digital sea apropiado puesto que se debe comprobar si realmente cuentan con una concepción apropiada del mismo.

Es interesante analizar estos resultados bajo el prisma de los distintos países a los que pertenecen los encuestados. Para ello se agrupan los países en dos grupos:

- Grupo 1: aquellos con una regulación menos seria, con iniciativas en su mayor parte voluntarias y sin medidas obligatorias para garantizar la accesibilidad digital como son Irlanda, Hungría o Suecia.
- Grupo 2: aquellos con legislación específica para garantizar la accesibilidad digital en casos específicos (principalmente páginas web) como son España o Italia.

El grado de conocimiento de los encuestados de los países del grupo 2 tiende a ser más alto entre los encuestados del grupo 1. El 69% de los participantes del grupo 2 indica que sabe lo que es la accesibilidad digital mientras que la cifra en el grupo 1 es del 57%. Esto sugiere que puede existir un efecto entre la regulación en accesibilidad digital y el conocimiento declarado por los participantes en la encuesta.

Como se ha explicado anteriormente, es importante comprobar si el conocimiento declarado por los participantes es consistente con el concepto real de accesibilidad digital. Al ser preguntados por la definición solo el 55% de los encuestados selecciona la opción correcta (frente al 76% que indicaba haber oído hablar sobre accesibilidad). Si se analizan las respuestas segmentando a los participantes por los países a los que pertenecen se obtiene que, un 62% de los encuestados del grupo 1 han seleccionado la definición correcta mientras que solo un 52% de los participantes del grupo 2 acierta. Como puede apreciarse pertenecer a países con mayor regulación en accesibilidad digital no ayuda a un mejor entendimiento del concepto.

# 4. Análisis de impacto del curso piloto en la percepción de los usuarios

Uno de los objetivos clave de WAMDIA es la democratización de la accesibilidad digital y el desarrollo las habilidades digitales necesarias. En WAMDIA, se han desarrollado un curso de formación enfocado a los grupos prioritarios de población (profesionales y gerentes de FP y formación continua, empleados y gerentes de organismos públicos y empleados y gerentes de PYMES). Se trata de un curso online con acceso a todos los contenidos (documentación, ejercicios, vídeos, enlaces...) en el que, además, se ofrecen sesiones presenciales voluntarias para aclarar conceptos y resolver ejercicios. El esfuerzo estimado por parte de un alumno para completar el curso es de 40 horas. Cada uno de los socios ha lanzado una edición del curso piloto traduciendo los contenidos a los idiomas locales. El objetivo del proyecto es que, al menos, 12 participantes por cada edición del curso lo completen, lo que hace un total de 96 alumnos completando el curso.

En cada uno de los cursos pilotos se ha incluido un cuestionario al inicio y otro al final de este para conocer cuál es la percepción de los participantes sobre la accesibilidad digital y las habilidades necesarias para generar información digitalmente accesible. Comparando algunas de las respuestas al inicio y al final del curso, podemos comprobar si su actitud u opinión ha cambiado tras el curso.

## 4.1. Curso WAMDIA de la Universidad de Alcalá

El curso piloto llevado a cabo en la Universidad de Alcalá se dividió en dos cursos paralelos, con reconocimiento como parte del programa de formación interno de la Universidad. El primero de ellos, destinado al personal de administración y servicios (PAS), contó con 10 inscritos, todos ellos empleados públicos en puestos que implican la elaboración y publicación de documentos para el público general. El segundo destinado al profesorado universitario, quienes generan y publican tanto documentos para estudiantes como para el público en general, contó con 10 inscritos. En total se inscribieron 20 participantes de los cuales 16 completaron íntegramente el curso, lo que supone un 80% de los inscritos.

Al comienzo del curso se les realiza un cuestionario que sirve para establecer el punto de partida de los inscritos en cuanto a accesibilidad digital. De las 20 personas inicialmente inscritas, 17 accedieron a la plataforma y comenzaron el curso.

A la pregunta sobre si conocen el término accesibilidad digital el 100% indicó que lo conocía o que había oído hablar de él: sin embargo, solo el 74% selecciona la definición correcta de entre las propuestas. Estas cifras, aunque más altas, siguen la tendencia de los resultados de la encuesta de la fase inicial del proyecto. El término accesibilidad digital está bastante extendido pero el concepto que se tiene no corresponde en todos los casos con el concepto real.

La concienciación es bastante alta entre este colectivo: el 100% indica que la accesibilidad digital es algo que involucra a todos los usuarios y no solo a los profesionales de las TIC. Entre los requisitos necesarios para aprender a generar información digitalmente accesible un 18% señala que son necesarias habilidades

informáticas avanzadas, un 12% entrenamiento largo y avanzado, el 12% considera que será necesario mucho esfuerzo a la hora de aplicarlo en las tareas diarias, y el 58% no cree que exista ningún requisito imprescindible para la formación en accesibilidad.

### 4.2. Valoración final

Al finalizar el curso, los 16 participantes que completaron el curso respondieron a otro cuestionario con el objetivo de conocer sus impresiones. A la pregunta de en qué medida sus habilidades digitales han sido suficientes para aprender cómo crear archivos digitales accesibles el 31 % considera que han sido suficientes, el 38% las considera más altas de lo necesario y el 31 % mucho más altas, como se muestra en el gráfico de la Ilustración 1. Además, el 69 % califica la dificultad del curso como normal y el 31 % como alta.

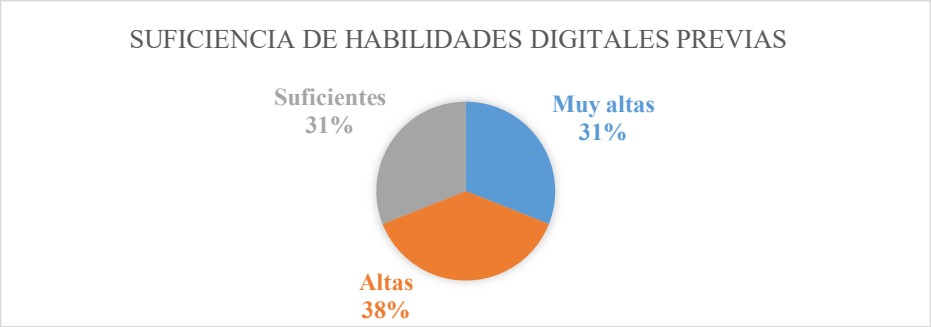



*Ilustración 1. Suficiencia de habilidades digitales previas para afrontar la accesibilidad digital.*

Además, les preguntamos sobre qué les ha sorprendido conocer y el 67 % de las respuestas están relacionadas con la existencia de una directiva europea sobre accesibilidad digital y con la legislación propia de los distintos países. Otro 20% de encuestados se ha sorprendido al saber que cualquier usuario puede contribuir en la accesibilidad digital.

Otro dato que destacar es que un 9% de las repuestas incluían en el apartado de texto libre como elemento sorprendente el saber que la mayoría de las aplicaciones de uso diario están preparadas para hacer posible la creación de contenido digital accesible.

Por lo tanto, a pesar de que en el cuestionario del inicio del curso había participantes que consideraban que, para formarse en accesibilidad digital, era necesario tener habilidades avanzadas, dedicar mucho esfuerzo o realizar un entrenamiento largo, al finalizar el curso todos los participantes han calificado la dificultad de la formación como “normal” y sus habilidades como, al menos, “suficientes” para abordarlo.

## 5. Conclusiones

La accesibilidad digital es un tema de gran importancia en la sociedad actual, ya sea por obligado cumplimiento en todos los organismos públicos de los países miembros

de la Unión Europea y empresas privadas que colaboren con ellos o por el carácter inclusivo que supone esta adaptación. La accesibilidad digital no afecta únicamente a personas con necesidades especiales, sino que el 100% de la población puede beneficiarse de estos cambios en un momento dado.

El término accesibilidad digital está cada vez más presente y los ciudadanos familiarizados con él: aun así, es necesario realizar un esfuerzo por aclarar lo que supone realmente crear contenido digital accesible e insistir en que esta tarea no es exclusivamente de profesionales TIC. Como hemos visto en los resultados del curso, estas habilidades se pueden alcanzar fácilmente por un usuario medio a la vez que aprender los requisitos básicos sobre accesibilidad digital es altamente efectivo para cambiar la actitud o mentalidad de los usuarios al respecto.

Desde el proyecto WAMDIA, ya tenemos planes para realizar un análisis del resto de ediciones del curso piloto y un seguimiento de la implantación práctica de quienes se han formado con WAMDIA en accesibilidad digital para mejorar la calidad y efectividad del curso.

## 6. Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto Erasmus+ KA-2 2017-1-ES01-KA202-038673 WAMDIA (We All Make Digital Information Accessible).

## 7. Referencias

1. ISO. (2014). ISO/IEC 25000:2014 Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Guide to SQuaRE. ISO.
2. Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las cortes e Igualdad. (2018, septiembre 19). Real Decreto 1112/2018, de 7 de septiembre, sobre accesibilidad de los sitios web y aplicaciones para dispositivos móviles del sector público. Recuperado de https://www.boe.es/boe/dias/2018/09/19/pdfs/BOE-A-2018-12699.pdf
3. Nancy Law, David Woo, Jimmy de la Torre and Gary Wong. (2018). A Global Framework of Reference on Digital Literacy Skills for Indicator 4.4.2. Recuperado de http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/ip51-global-framework-reference-digital-literacy-skills-2018-en.pdf
4. Parlamento Europeo y del Consejo. (2016, octubre 26). DIRECTIVA (UE) 2016/2102 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 26 de octubre de 2016 sobre la accesibilidad de los sitios web y aplicaciones para dispositivos móviles de los organismos del sector público. Recuperado de https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016L2102&from=ES
5. Stephanie Carretero, Riina Vuorikari, Yves Punie. (2017). DigComp 2.1 The Digital Competence Framework for Citizens. Recuperado de http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106281/web-digcomp2.1pdf_(online).pdf

# Actor propositivo o tradicional: El rol del tutor virtual

Ana María Aparicio[1] – Beatriz Elena Giraldo Tobón[2] – Félix Andrés Restrepo Bustamante[3]

Campus Virtual - CVUDES
Maestría en Gestión de la Tecnología Educativa
Universidad de Santander (Colombia)
[1]ana.aparicio@cvudes.edu.co - [2]beatriz.tobon@cvudes.edu.co - [3]felix.restrepo@cvudes.edu.co

**Resumen.** Desde el punto de vista tecnológico, la accesibilidad también es referente de inclusión en TIC, estás son protagonistas del quehacer del tutor como actor propositivo o tradicional. Este artículo de reflexión es el resultado de los rastreos referenciales donde el tutor en e-learning se analiza desde el punto de vista de su rol como mediador en el acompañamiento de la tecnología para la formación en todas las esferas del conocimiento, rompiendo algunos paradigmas y encontrando las posibilidades en practicas educativas significativas que potencian y revindiquen la labor del tutor virtual.

**Palabras clave:** Tutor virtual. E–learning incluyente. Relaciones pedagógicas. Brecha digital. Comunidad de aprendizaje.

## 1. Accesibilidad en E-learning.

El aprendizaje asistido a través de las plataformas e-learning, propicia el uso intensivo de diversas herramientas tecnológicas facilitando la comunicación y la distribución de contenidos. Las competencias del tutor virtual para su desempeño, deben ser analizadas desde lo metodológico, académico, colaborativo, pedagógico, así como desde la participación y la comunicación.

Existe cierta incertidumbre sobre las estrategias metodológicas utilizadas por los tutores, como mediadoras en el proceso de enseñanza aprendizaje, y como facilitadoras de la gestión del conocimiento en el ámbito académico de los estudiantes, en los encuentros sincrónicos que se realizan al inicio, durante y al final. El rol del profesor ha cambiado en los ambientes de aprendizaje y es importante tener conciencia de ello para su transformación, ha pasado de ser transmisor de conocimiento a facilitador, guía y supervisor de cada actividad del aprendizaje [1].

De tal manera que, pareciera que el tutor al llegar al e-learning construyera un esquema rígido, preconcebido, unilineal, tradicional, limitándose la posibilidad de construir tanto él como sus estudiantes, ese nuevo saber que surge a través del

encuentro; por ello, algunos tutores creen que en la educación virtual, se empobrecen las relaciones humanas, debido al mínimo contacto *"cara a cara"* entre los participantes, el no poder manejar los tonos de voz como se hace en la educación presencial y se pierden aquellos mensajes que no se verbalizan y que ayudan al entendimiento de los temas.

Una adecuada función tutorial trasciende lo académico y tradicional [2], de no hacerlo dejaría de ser una actividad formativa que incide en el desarrollo integral: intelectual, académica, profesional y personal del estudiante.

Es importante tomar conciencia del rol del tutor y el deber de formarse para desempeñarlo adecuadamente desde lo comunicativo, académico, pedagógico, técnico y motivacional, de tal manera que el tutor domine el uso de los espacios virtuales en e-learning y pueda así tener conciencia del progreso de sus estudiantes en cuanto a construcción y adquisición del conocimiento y asistirlos en los problemas; conectarlos para compartir intereses, minimizar la deserción [3], y facilitar la colaboración en el grupo para que así, deje de creer que el tutor online, es simplemente proyección del profesor presencial, dado que es mas complejo[4], comprenderá que los roles no se pueden generalizar, por lo que podrá construir un proyecto de vida profesional como tutor virtual, con un rol, que permita el avance de la educación en línea, que brinda.

La globalización ha determinado un cambio fundamental en lo relacionado con lo económico, cultural, educativo, social, entre otros. Las nuevas tecnologías llegan a todos los lugares. Por ello, han cambiado nuestras concepciones de la vida, la educación, la sociedad. Aparecen nuevas fuentes que evidencian la democratización de la enseñanza y posibilitan generar, compartir y comunicar información y conocimiento[5]. Hoy es claro, que se ha complejizado la educación y debe darse una transformación frente a las formas de educar, es evidente que hay una gran ausencia en la formación y preparación del profesor, e-tutor, para este nuevo modelo educativo, que está surgiendo[6].

Es así que, las nuevas tecnologías se reconocen hoy como un medio para la relación pedagógica, son interacción comunicativa [7]; ello implica, una relación entre el tutor y el estudiante de una manera diferente a la tradicionalmente concebida.

La escuela de la industrialización, sin tecnología, estaba interesada en transmitir conocimientos, normas y valores generales de la sociedad. El maestro, e-tutor, de la cuarta generación[8], necesita cambiar de paradigma y transformar sus percepciones frente al manejo del tiempo y espacio, promover aprendizajes a través de la motivación, apoyar el desarrollo cognitivo y obtener así, aprendizajes efectivos. [4]. Por ello, debe transitar desde el rol de transmisor del conocimiento, al de facilitador del aprendizaje [9].

## 2. Oportunidades de aprendizaje de manera incluyente.

Ahora bien, la Universidad del siglo XXI, impactada por las Tecnologías de la Información y Comunicación, han dejado de lado las distancias y los tiempos, para que

los estudiantes puedan acceder a través de la modalidad e-learning, a nuevas formas de aprendizaje [10]; la educación está llamada a la reflexión y a la innovación de manera pertinente, ello implica, que la educación virtual articula información y formación [11], al estar en constante evolución, difunde nuevo conocimiento, además de explotarlo; por ello debe repensarse, avanzar desde sus diferentes actores y situaciones.

De allí que, el reto es encausar su potencial hacia prácticas educativas significativas, que configuren y reconfiguren los roles [3], y se orienten no sólo desde la dimensión técnica sino también pedagógica, crítica comunicacional, responsable y con acceso a oportunidades de aprendizaje de manera inclusiva.

Se necesita de personas que puedan transferir, consumir, producir conocimiento de forma global y continua. [5]; dada esta coyuntura, aumentan las ofertas de programas en e-learnig y los estudios de investigación de incorporación de las TIC en el entorno educativo [12].

Desde otra perspectiva, las universidades en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), plantean las tutorías como un factor decisivo de calidad académica, el cual está destinado a favorecer el desarrollo integral: académico, personal y profesional [13]. Reconoce el EEES, que las tutorías virtuales son de gran importancia, dado que los estudiantes necesitan de estas orientaciones, para su desarrollo personal, profesional y laboral; brindan formación integral, transmiten cultura y contribuyen al desarrollo de la ciencia e investigación; forman personas para desenvolverse en este mundo, el cual exige más de un rol, para desempeñarse[2].

En cuanto a Colombia, se tiene una tasa de deserción anual del 4,5% en la básica secundaria, 3,2% en primaria y 1% en media. Sólo el 30% de la población llega a la educación superior y muchos de ellos desertan antes de terminar. Un promedio de 36% de jóvenes entre 15 y 19 de edad no están estudiando [14]. Aquellos que llegan a la educación superior, en su gran mayoría deben trabajar para pagársela, así que la relación trabajo diario y estudio, ha generado, que cobre valor la educación virtual; inspirada en el constructivismo, parte de la comprensión de que cada sujeto al construir su aprendizaje, genera interacción productiva[15], flexibilizando así, los procesos de aprendizaje del adulto.

Lo anterior implica, el surgimiento de un modelo pedagógico que propone nuevas formas de orientar y de aprender, que demanda diferentes estrategias para tutorizar y orientar; el cual resalta el papel de la interacción social y dialógica, y el intercambio simbólico [16]. El conocimiento al ser construido por parte del sujeto, a través de procesos cognitivos, le permite interpretar la realidad, interactuando en grupo. De tal manera que se eliminan las clases magistrales como única fuente de información, se brinda atención personalizada, se utilizan nuevos contextos flexibilizando la educación superior, propiciando el aprendizaje autónomo y la gestión del tiempo [17], se necesita por tanto, que se tenga amplia experiencia de parte del tutor, para que se asuma con seriedad y eficiencia la tarea. Surgen entonces, dos grandes elementos en la educación virtual, la orientación y las tutorías, ambos determinantes de la calidad de la educación superior, los cuales deben de integrarse al sistema de calidad de cada universidad [17].

Las tutorías asumen un lugar de gran importancia, una exigencia de la enseñanza en la educación virtual y un derecho que tiene cada estudiante para avanzar en su

educación [18]. La tutoría universitaria se perfila como uno de los factores necesarios de apoyo y asesoramiento didáctico-curricular y psicopedagógico que genera motivación y favorece el aprendizaje, desarrolla placer intelectual y conversación amistosa, que posibilita en ese ambiente amable, mejores recuerdos para aprender [1].

En consecuencia, se generan cambios en la relación maestro-estudiante y transformación constante del conocimiento[5]. Por ello, la orientación y la acción tutorial, un proceso en discusión, se convierte en ayuda para la formación: personal, académica y profesional [2]; y/o académica, pedagógica, tecnológica, motivacional y organizativa [3].

En este confluir de perspectivas, se reconoce a las tutorías, como una actividad formativa que incide en lo personal, porque favorece la actitud crítica, autonomía, toma de decisiones, conocimiento de sí, [13], autoestima, resolución de conflicto, fortalecimiento de la calidad humana y compromiso personal; de tal manera, que se proporciona en el desarrollo de la tutoría un entorno, que apoye el aprendizaje[4]. En lo académico de cara a la disciplina de estudio, orientan sobre los procesos educativos, retroalimenta, referencia a fuentes de información, construye relación institucional y en especial aportan al reconocimiento de las creencias epistemológicas y la metacognición[19].

El modo de organizar la tutoría juega un papel relevante, ya que ésta, debe ser abierta, flexible, rápida al darse la comunicación y a través de ella poder romper barreras de edad y posición, principalmente, permitir el diálogo y la orientación [17]; además, debe buscar resolver situaciones que permitan el aprendizaje de los estudiantes. De manera que, generen acuerdos de calidad, para la realización de la actividad y se establezcan estrategias de aprendizaje, estudio, reflexión, toma de decisión, para lograr así, un aprendizaje integrado [13].

Razón por la cual, la docencia virtual de calidad, implica una redefinición del rol y este cambio, no se genera de manera automática, de no ser que se establezcan estrategias institucionales [6]; las cuales propicien unas tutorías virtuales proactivas, que favorezca el desarrollo integral y acompañen al estudiante en su proceso de aprendizaje[17]. Propiciando así, el desarrollo del estudiante y el fortalecimiento del proyecto de vida profesional, personal, social y humano; generando el aprender a aprender, aprendizaje colaborativo, reflexión compartida y comunidad virtual [20].

De esta forma, el tutor virtual trabaja por el desarrollo de unas capacidades personales que vindican su tarea, es tutor disciplinar porque es experto en la disciplina que enseña; es mediador pedagógico para situar a sus estudiantes hacia mejores aprendizajes significativos de manera autónoma [21], es el que navega con su estudiante a medida de su crecimiento [22], acompaña los aprendizajes de manera activa, colaborativa, contextualizado[23], logrando empatía con ellos; Por consiguiente, hace seguimiento personalizado a sus estudiantes, facilita herramientas de estudio y fomenta el aprender a aprender[6].

## 3. El tutor virtual como mediador en la inclusión del e-learning.

Se resalta entonces, que las competencias del tutor virtual direccionadas a la sociedad del conocimiento, al uso de las herramientas TIC y a la flexibilidad de la educación, deben tener un fuerte énfasis en la comunicación, como un elemento primordial de mediación del aprendizaje y la enseñanza[20].

Para ello, se requiere un tutor con juicio crítico, capaz de develar el significado de los lenguajes que circulan y elevar los niveles de participación y producción; que utilice la comunicación afectiva, retroalimente valorando progresos; genere entornos socializadores, promueva la interactividad, motive y de apoyo[10]. Privilegie intercambios y el debate de ideas para acompañar el proceso; utilice nuevos recursos gráficos, fomente comunidad de aprendizaje a partir del intercambio de saberes y el desarrollo de competencias lingüísticas, sociolingüísticas y pragmáticas; de tal manera que sean imprescindibles, para desenvolverse en las plataformas virtuales[7].

De igual modo, el tutor virtual necesita construir competencias pedagógicas, no mecánicas [8], aquellas que fortalezcan la reflexión de su quehacer, el sentido crítico, la inclusión, la construcción de nuevo conocimiento de forma global y continua[5]; competencias que apenas se comienzan a construir, y que se consideran, son el punto de partida para que las plataformas digitales, faciliten la creación, administración, gestión y distribución de cursos. Las plataformas no serán protagónicas sino se hace de ellas un uso pedagógico [1], siendo así, los profesores sí necesitan saber, cómo la tecnología puede y debe ser usada por los estudiantes, para mejorar su propio aprendizaje[24].

Ahora bien, se resalta del tutor virtual características como: orienta en cuanto a la formación personal, en una sociedad cambiante [2]; se enfoca en fortalezas, identifica éxitos y logros, valores y metas, valida esfuerzos y explora incertidumbres[19]; así, entrega a cada estudiante información pertinente sobre lo que está haciendo, para que pueda entender e incorporar la actividad como parte de su experiencia personal y vital; habilidades básicas del tutor, para hacer sentir al estudiante respetado y cómodo; generando ambientes de aceptación, autenticidad y empatía, los cuales conllevan a una relación armoniosa, honesta que permite cumplir logros y expectativas[1].

De ahí que, el estudiante va adquiriendo propias herramientas que van a permitir la construcción de su aprendizaje, así aprende a escuchar su voz, reconoce su propia epistemología para que cuando escuche al otro, identifique su singularidad, [19] de tal manera, que al realizar sus actividades, pueda hacerlo con responsabilidad personal, comprenda que la tutoría virtual en ambiente de intercambio comunicativo y solidaridad grupal, es un compromiso vital de si mismo con su educación superior[17].

Siendo así, las tutorías demandan claridad frente al trabajo colaborativo, diferenciándolo del grupal; de tal manera que, al romperse este imaginario, se logra un trabajo mancomunado y se logra aprendizaje significativo[25].

El trabajo colaborativo se da, cuando dos o mas personas elaboran conocimiento, logran un nivel de interacción en el proceso de comunicación entre ellos que

constituyen un triángulo interactivo (material, profesor y estudiante) y en el que el ritmo de aprendizaje y la confirmación desempeña un papel significativo[16].

Por ello, la educación en línea es innovadora, en ella el docente refleja su experiencia[23], el conocimiento en su rol y su profesionalismo; el estudiante como nativo digital, busca recrear y vivenciar lo aprendido en entornos virtuales significativos[20]. Este nuevo escenario pedagógico, ratifica la importancia de metodologías basadas en la interactividad, las cuales permiten por tanto que el aprendizaje significativo favorezca la permanencia en la educación superior y por tanto prever la deserción[18].

Las instituciones de educación superior, tienen una gran responsabilidad para lograr que los tutores virtuales asuman el rol con calidad académica; en la medida que la exigencia en la transformación del rol del tutor se da, igualmente la universidad debe proveer al tutor de elementos para su formación, la cuales permitan transformar las prácticas y la funcionalidad de las comunidades de aprendizaje[1]. Así, la universidad debe contar con el apoyo de los docentes participantes para su efectividad y abordar el desafío de acompañarlos, en el tránsito de ser un profesor presencial a un tutor virtual, con calidad académica[3].

Por ello, los programas de formación docente, deben estar orientados hacia el fortalecimiento de las competencias relacionadas con la sociedad del conocimiento; se debe reconocer principalmente, su flexibilización, la contextualización[20] y la población a la cual va dirigida. De esta manera, al reconocer que las TIC han impactado los modos de acceso y construcción del conocimiento, los procesos de formación de subjetividades, deben reconocer también, que el proceso que se construye no es meramente individual, ni bilateral, atañe a la producción social[3].

Finalmente, es recomendable atender las tutorías virtuales y al tutor virtual; en algunas universidades se ha identificado que las tutorías se invisibilizan y no se analizan, y los tutores pueden ser ignorados y subvalorados[4]. Al fortalecer los entornos virtuales, la educación a distancia y crear nuevos programas, es importante centrar la atención a los procesos de entrega del saber. Ya se reconoce, que las plataformas solas no generan calidad académica; por ello, es importante fortalecer y formar en el papel cambiante del tutor y sus competencias requeridas, garantizando así un e-learning altamente competente[4].

## 4. Referencias

1. Abarca, Y. (2014). La interacción tutor-estudiante en ámbitos de educación a distancia. Lenguas Modernas. (20), pp 285-294. Recuperado de: https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rlm/article/view/14984

2. Amor, M. (2016). Evaluación de la orientación y la tutoría en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba. Educatio Siglo XXI, (34), pp 93 – 112. Recuperado de: https://revistas.um.es/educatio/article/view/253231/191641
3. Guiller, C. & Arce, D. (2016). ¿Cómo se da el pasaje de docente presencial a virtual?. Notas y posicionamiento en torno a una experiencia de reconfiguración del rol en el ámbito universitario. 4a jornada de innovación en el aula. TIC UNLP. pp 1–8. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/66338/Documento_completo__.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
4. Metz, N. & Bezuidenhout, A. (2018). An importance–competence analysis of the roles and competencies of e-tutors at an open distance learning institution. Australasia Journal of Educational Technology. Australas, (34), pp 27-43. Recuperado de: file:///Users/Anaaparicio/Dropbox/Doctorado/3er cuatrimestre/Faseinicialdelainvestigacióneducativa/Act.4/ https:/www.researchgate.net/.../324501501_An_importance-com.
5. Fernández, M. & Sanjuán M. (2013). ¿Están preparados los estudiantes para el aprendizaje en entornos virtuales en el contexto del EEES? Docencia Universitaria. (11), pp 313-331. Recuperado de en http://red-u.net/redu/files/journals/1/articles/416/public/416-2377-1-PB.pdf
6. Toledo, G. (2017). La virtualidad en la tutoría docente: una aproximación a su análisis desde la universidad española. Investigación en Docencia Universitaria. (11), pp. 323-342. http://www.scielo.org.pe/pdf/ridu/v11n2/a20v11n2.pdf
7. Gómez, S. (2015). La función docente tutorial en entornos virtuales y su valor en la formación universitaria. XVIII Congreso internacional Riobamba-Ecuador. Recuperado de https://pdfs.semanticscholar.org/f3ab/e21fa0a8577815061e9bae429768901f46e2.pdf
8. Mora, F. (2014). Buenas prácticas en el uso de la videoconferencia en los cursos en línea de la Universidad Estatal a Distancia UNED. Calidad en la Educación Superior. (5), pp 240 – 268. https://ajet.org.au/index.php/AJET/article/download/3364/1505
9. Silva, J. & Astudillo, A. (2013). Formación de tutores, aspecto clave en enseñanza virtual. Didasc@lia (4), pp 87-100. Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4233643.pdf
10. Franco, Y. (2018). Rol del tutor en el contexto del aprendizaje virtual. Scientific. (2), pp 270-285. Recuperado de: www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/article/download/149/142/
11. Álvarez, M. & Álvarez, J. (2015). La tutoría universitaria: del modelo actual a un modelo integral. Interuniversitaria de Formación del Profesorado. (18), pp 125-143. Recuperado de: http://www.redalyc.org/pdf/2170/217036214010.pdf
12. Valencia, N., Huertas, A. & Baracaldo, C. (2014). Los ambientes virtuales de aprendizaje: una revisión de publicaciones entre 2003 y 2013, desde la perspectiva de la pedagogía basada en la evidencia. Educación. (66), pp 1-31 Recuperado de: http://www.scielo.org.co/pdf/rcde/n66/n66a04.pdf
13. Pérez, F., González, C., González, N. & Martínez, M. (2017). Tutoría en la Universidad: un estudio de caso en la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia. Universidad de Murcia. (35), pp 91-110. Recuperado de: https://revistas.um.es/educatio/article/download/298531/214191/
14. OCDE - MEN. (2016). La Educación en Colombia. Recuperado de https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-356787_recurso_1.pdf
15. Domínguez, C. & Marcelo, C. (2013). Tareas y competencias del tutor online. Currículo y formación del profesorado. (17), pp 305-325. Recuperado de: https://www.ugr.es/~recfpro/rev172COL5.pdf
16. Pineda, C., Henning, C. & Segovia, Y. (2013). Modelos pedagógicos, trabajo colaborativo e interacción en programas virtuales de pregrado en Colombia: Un camino por recorrer.

Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC) . (10) pp 187-202. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4635330

17. Martínez, C., Pérez, J. & Martínez, M. (2016). Las TIC y el entorno virtual para la tutoría universitaria. Educación XX1. (19), pp 287-310. Recuperado de http://revistas.uned.es/index.php/educacionXX1/article/view/13942/13556
18. Ruiz, N. & Fandos, M. (2014). The role of tutoring in higher education: improving the student´s academic success and professional goals. Organizaciones. (12), pp 89-100. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4994821.pdf
19. Atkinson, S. (2014). Rethinking personal tutoring systems: the need to builda on a foundation of epistemological beliefs. BPP University Working Paper. (34), pp 1–12. Recuperado de: https://www.academia.edu/10261268/Rethinking_personal_tutoring_systems_the_need_to_build_on_a_foundation_of_epistemological_beliefs
20. Sierra, G., Ramírez, L., Rodríguez W., & Rodríguez N. (2015). Las competencias pedagógicas del tutor virtual en un modelo de aprendizaje autónomo y de aprendizaje colaborativo. VIRTU@LMENTE. (3), pp 1-29. Recuperado de: https://journal.universidadean.edu.co/index.php/vir/article/view/1435
21. Sesento, L. (2019). El tutor virtual; retos y perspectivas. Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo, (06), pp1-9. Recuperado de: https://www.eumed.net/rev/atlante/2019/06/tutor-virtual-perspectivas.html
22. Kaosaiyaporn, O., Atisabda, W., Plodkaew, J., & Promrak, J. (2015). Factors of virtual classroom to enhance online learning in multicultural society for pre-service teacher students. International Journal of Information and Education Technology. (5), pp 502-506. Recuperado de: http://www.ijiet.org/papers/557-T060.pdf
23. Boelens, R., De Wever, B., Rosseel, Y., Verstraete, A., & Derese A. (2015). What are the most important tasks of tutors during the tutorials in hybrid problem-based learning curricula? En BMC Educación Médica. (15), pp 1-29. Recuperado de: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4429827/
24. Cabero, J. y Marín, V. (2014). Miradas sobre la formación del profesorado en TIC. Enl@ce Revista venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento, (11), pp. 11-24. Recuperado de: http://www.redalyc.org/pdf/823/82332625005.pdf
25. Otero de Suárez, M., Pineda, C. & Rees, G. (2016). Herramientas de comunicación y presentación de contenidos en pregrados virtuales colombianos. magis, Revista Internacional de Investigación en Educación, 8 (17), 65-84. Recuperado de: https://search.proquest.com/openview/eb62f94a68f2d1ce054d61f4618be5dc/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2041073

# Componentes en la construcción de cuestionarios para la evaluación de efectividad en procesos de diseño accesibles y adaptativos

Karla Patricia Díaz Padilla[1], Gerardo Contreras Vega[2],
Juan Carlos Pérez Arriaga[3], Alma de los Ángeles Cruz Juárez[4]

Maestría en Sistemas Interactivos Centrados en el Usuario,
Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana
Xalapa, Veracruz, México
karlapdiazpadilla@gmail.com, {gcontreras, juaperez, acruz}@uv.mx

**Resumen.** En la actualidad tomar en cuenta todas las necesidades de los usuarios es de suma importancia para entregar productos de software que sean usables, aspecto que cobra mayor relevancia cuando se habla de usuarios con discapacidad visual ya que sus características de interacción con la tecnología son diferentes. Por ello, han surgido diversas propuestas de procesos de diseño enfocados a entregar aplicaciones web accesibles y adaptativas sin existir un método de evaluación e instrumentos para evaluar dichos procesos asegurando su calidad y eficiencia para entregar productos accesibles y adaptativos. Por consiguiente, este trabajo tiene como propósito presentar los instrumentos de evaluación diseñados para los procesos de diseño mencionados.

**Palabras clave:** Evaluación, cuestionarios, discapacidad visual, aplicaciones web adaptativas

## 1. Introducción

Diseñar un sistema adaptativo para cumplir con sus restricciones de calidad, frente a las incertidumbres ambientales puede ser una tarea desafiante [17], ya que un requisito fundamental es la capacidad del sistema para adaptarse y personalizar la entrega de contenido, esto de acuerdo con el contexto en el que el usuario tiene acceso al sistema [15].

Por otro parte, al existir diversas técnicas de diagnóstico de accesibilidad para adaptarse mejor a diferentes contextos, lo que representa una variedad de políticas, tipos de contenido, métodos de invocación, el público y los objetivos previstos; así como el proceso global específico en el que se introducen. Esto ha llevado a la proliferación de herramientas de evaluación adaptadas a contextos específicos [10].

Dado que una de las medidas para promover la accesibilidad es la eliminación de barreras que impiden realizar actividades cotidianas [14], existen varias recomendaciones y directrices para el desarrollo de sistemas accesibles, como las Directrices de Accesibilidad para el Contenido Web (Web Content Accessibility Guidelines por sus siglas en ingles WCAG). Para verificar que los sitios Web están en

conformidad con estas directrices, existe software que evalúa automáticamente el nivel de accesibilidad de la página Web.

Con referencia a lo anterior, las interfaces a través de las cuales los usuarios interactúan con los sistemas deben ser diseñadas de acuerdo a guías de accesibilidad, enfocándose en la usabilidad. Para este fin, los diseñadores deben analizar los requerimientos y conocer los estándares de calidad, incluyendo la accesibilidad y la facilidad de uso. Sin embargo, conocer estas necesidades no es una tarea sencilla. Incluir al usuario para realizar un análisis de como interactúa en el sistema es imperante y, por lo tanto, los métodos de evaluación son necesarios para determinar la calidad del sistema y también para determinar los problemas de accesibilidad que pueden presentarse durante el desarrollo [5].

Los evaluadores han sido conscientes de la complejidad de los programas en contextos reales. Por ello, los modelos y métodos de la ciencia de la complejidad han ayudado a crear nuevas metodologías, herramientas y métodos para acomodar la influencia de la complejidad y la incertidumbre, incorporándolas en su pensamiento evaluativo [4]. En ese sentido, la ingeniería de software debe encargarse de evaluar todo proceso [13]. No obstante, en la actualidad los métodos de evaluación de accesibilidad, así como adaptabilidad no convergen y están enfocados a evaluaciones de validación del producto al finalizar el desarrollo [1].

Así, es importante proveer un método de evaluación que asegure la calidad en cada una de las fases con el fin de determinar los cambios pertinentes a realizar y generar un proceso de diseño replicable en diferentes desarrollos de aplicaciones web adaptativas que consideren usuarios con discapacidad visual, asegurando la entrega de una aplicación accesible y adaptable, usando cuestionarios correctamente diseñados como instrumentos para mejorar la calidad y detección de fallas de manera temprana.

## 2. Efectividad del proceso de diseño

La efectividad del proceso de diseño es un método de evaluación para medir la capacidad de un proceso para ayudar a entender los requerimientos, modelar y proporcionar accesibilidad, así como adaptabilidad [1]. En él se integra la ingeniería de software, reglas heurísticas, accesibilidad Web con los lineamientos WCAG 2.1 y adaptabilidad, proporcionando cuestionarios que ayuden a verificar cada etapa del diseño inspeccionando de manera particular accesibilidad y adaptabilidad.

El método tiene tres componentes: grado de entendimiento de los requisitos, nivel de accesibilidad y grado de accesibilidad adaptativa. En la Figura 1 se muestra el esquema general del método de evaluación.

**Grado de entendimiento de los requisitos.** Se evalúan las características de los requisitos, ya que el tenerlos definidos de manera correcta ayuda entender los requerimientos de las personas con discapacidad visual.

**Nivel de accesibilidad.** Se revisa la arquitectura de la información basándose en los lineamientos WCAG 2. Otro aspecto es el diseño de interacción para determinar el grado en que se entiende como debe ser la interacción de las personas con discapacidad visual y la aplicación. Por último, se hace una comprobación automática de la

accesibilidad con una herramienta gratuita con el fin de determinar el número de pauta que se cumplieron.

**Grado de accesibilidad adaptativa.** Este aspecto evalúa la adaptación de la aplicación de acuerdo al nivel de discapacidad visual que se tiene, es decir, que elementos de la aplicación se adaptan de manera adecuada.

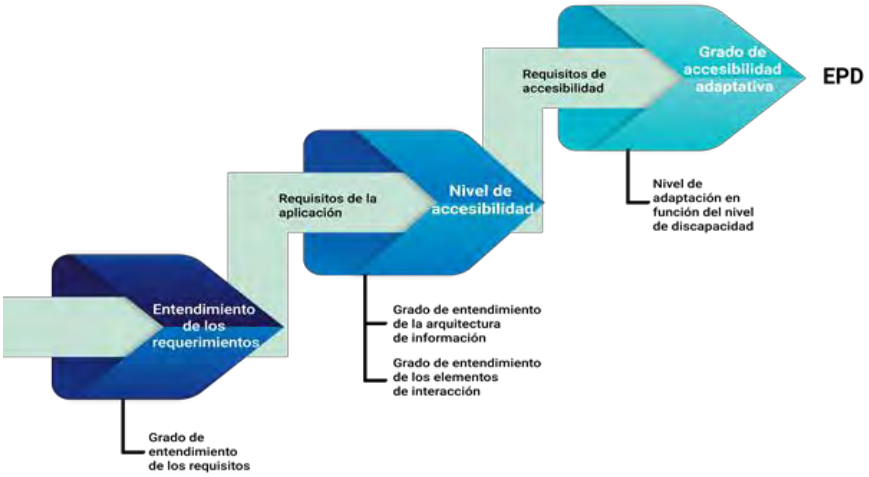



**Fig 1.** Método de evaluación [1].

## 3. Instrumentos de evaluación

El instrumento seleccionado fue el cuestionario, dado que ayuda a obtener respuestas de la población objetivo por medio de preguntas escritas, que son aplicables tanto en investigaciones cualitativas como cuantitativas [16].

Considerando lo anterior, las preguntas están relacionadas a los aspectos a evaluar de cada componente del método, que a su vez se conforma de cuatro dimensiones (grado de entendimiento de los requisitos, Grado de definición de la arquitectura de información, Grado de entendimiento de los elementos de interacción y Grado de accesibilidad adaptativa), donde cada una de ellas está integrada por una serie de características analizadas previamente [2] a las cuales en el cuestionario se le llaman constructos.

### 3.1. Técnicas

Para evaluar cada fase se ocupan dos técnicas de evaluación: evaluación de cumplimiento en este caso de las características de los requerimientos basándose en [12] y evaluación ponderada que es la proporción de cumplimento de cada punto tomando como referencia [12], [6].

**Evaluación de cumplimiento.** La evaluación de cumplimiento significa cualquier evaluación, investigación, inspección u otro proceso para sacar conclusiones, recomendaciones o declaraciones con respecto al resultado ideal para asegurar que un producto cumpla con lo especificado [3].

**Evaluación ponderada.** Determina como se ponderarán los criterios de evaluación para indicar su importancia relativa. La ponderación generalmente se realiza como una extensión de punto o un conjunto de valores [7].

## 3.2. Componentes

Los cuestionarios están conformados por dos componentes: constructos y escalas de medición, que se presentan a continuación.

### 3.2.1. Constructos

Se diseñaron cuatro cuestionarios organizados como se muestra en la Tabla 1. De tal forma, que para cada dimensión o tema principal se tiene una serie de subtemas o constructos que apoyan su medición. Así, por constructo se generaron preguntas que ayudan a obtener la información relevante a él.

Finalmente, se ponen a la disposición la descarga de los cuatro cuestionarios con todas las preguntas generadas.

**Tabla 1.** Estructura de los cuestionarios.

| Instrumento | Dimensión | Constructo |
|---|---|---|
| Entendimiento de los requerimientos | Grado de entendimiento de los requisitos | Completos |
| | | Correctos |
| | | Atributos de calidad |
| | | Accesibilidad |
| | | Organización y trazabilidad |
| | | Detalle del informe de requerimientos |
| Comprensión de la Arquitectura de información | Grado de definición de la arquitectura de información | Organización |
| | | Etiquetado |
| | | Navegación |
| | | Búsqueda |
| Comprensión de la Interacción | Grado de entendimiento de los elementos de interacción | Visibilidad del estado del sistema |
| | | Coincidencia entre el sistema y el mundo real. |
| | | Control y libertad del usuario |
| | | Consistencia y estándares |
| | | Prevención de errores |
| | | Reconocimiento en lugar de recordar |
| | | Flexibilidad y eficiencia de uso |
| | | Diseño estético y minimalista |
| | | Ayude a los usuarios a recuperarse de los errores |

| | | |
|---|---|---|
| | | Ayuda y documentación |
| | | Navegación |
| Verificación de adaptabilidad | Grado de accesibilidad adaptativa | Baja visión |
| | | Ceguera |

### 3.2.2. Escala de medición

Partiendo del hecho de que todas las variables que se miden son de carácter cualitativo, ya que no pueden ser medidas con valores numérico, se propone utilizar una escala ordinal que permite fijar intervalos de cumplimento de cada variable, es decir, las categorías tienen puntuaciones que reflejan importancia; a mayor puntuación mayor importancia [8].

En la Tabla 2 se muestra la escala empleada en los instrumentos y tomando como referencia los trabajos de [11], [9]. En la escala se define la etiqueta como el nivel de cumplimiento, donde se definen seis niveles. Cada nivel de cumplimiento tiene una puntuación para cálculos posteriores. Además, se describe el nivel de cumplimiento con intervalo porcentual para definir los límites entre cada nivel.

**Tabla 2.** Escala de medición de cumplimiento.

| Nivel de cumplimiento | Puntos | Descripción |
|---|---|---|
| Sin aplicar | 0 | No se cumple la regla (0%) |
| No se cumple | 1 | Existe la intención de aplicación, sin embargo no se cumple con la regla (1-24%) |
| Mínimo | 2 | Se presenta una intención verificable de la regla encaminada a la ejecución de la misma (25-49%) |
| Parcial | 3 | Se encuentran la regla definida medianamente (50-74%) |
| Significativo | 4 | Se encuentra la regla establecida con algunos parámetros omitidos (75-99%) |
| Excelente | 5 | Se cumple satisfactoriamente con la regla (100%) |

También se emplea una escala para fijar el nivel de importancia de cada pregunta en el cuestionario, de forma que dependiendo el contexto de evaluación ciertas preguntas puedan adquirir mayor relevancia que otras. Por ello, en la Tabla 3 se muestra dicha escala.

**Tabla 3.** Escala de medición de importancia.

| Importancia | Peso |
|---|---|
| Alta | 3 |
| Media | 2 |
| Baja | 1 |
| NA | 0 |

### 3.3. Procedimiento para la obtención de EPD

Obtener la efectividad del proceso de diseño sigue los pasos a continuación descritos.

1. Obtención de requerimientos
2. Evaluación del grado de entendimiento de los requisitos
   *a)* Llenado del cuestionario *Entendimiento de los requerimientos*
3. diseño de la arquitectura de información
4. Evaluación del grado de definición de la arquitectura de información
   *a)* En el cuestionario *Comprensión de la Arquitectura de información* llenar la columna de importancia de acuerdo a la relevancia de cada pregunta con el contexto de la aplicación.
   *b)* Evaluación del cumplimiento de cada pregunta en el instrumento mencionado en el paso anterior.
5. Diseño de la interacción.
6. Evaluación del grado de entendimiento de los elementos de interacción
   *a)* En el cuestionario *Comprensión de la Interacción* llenar la columna de importancia de acuerdo a la relevancia de cada pregunta con el contexto de la aplicación.
   *b)* Evaluación del cumplimiento de cada pregunta en el instrumento mencionado en el paso anterior.
7. Comprobación automática de accesibilidad y anotar los resultados en la sección de *Comprobación automática de la accesibilidad*.
8. Prueba de la aplicación.
9. Evaluación del Nivel de adaptación en función del nivel de discapacidad.
   *a)* En el instrumento *Verificación de adaptabilidad* llenar la columna de importancia de acuerdo a la relevancia de cada pregunta con el contexto de la aplicación.
   *b)* Evaluación del cumplimiento de cada pregunta en el instrumento mencionado en el paso anterior.

Una vez terminada la evaluación, se obtiene la calificación de EPD se promedian los resultados de los cuatro cuestionarios, así como la comprobación automática de accesibilidad. Dichas calificaciones están concentradas en el instrumento de Resultados.

## 4. Conclusiones

El diseño de aplicaciones Web se ha popularizado en las últimas décadas, haciendo que la información y servicios se encuentren al alcance de la mayoría de las personas. No obstante, dicho diseño solo considera al público general, donde no se incluyen las necesidades específicas de personas con discapacidad. Por ello, diferentes propuestas de métodos de diseño han surgido para guiar a los desarrolladores a crear productos pensados para esta población.

Por ello, el aporte de dicha investigación radica que proveer de un método de evaluación de procesos de diseño que buscan generar productos accesibles y adaptativos para personas con discapacidad visual, evaluando cada fase del proceso para asegurarse de contribuir en la calidad de la aplicación final.

El método define las características que se revisan con cuestionarios aplicando la técnica de evaluación ponderada. Para el diseño de los instrumentos fue necesario que pasaran por tres rondas para validarlos. La primera versión de ellos fue puesta a prueba evaluando el sistema de ingreso a la Universidad Veracruzana para personas con discapacidad visual. De dichas fases se corrigieron errores de redacción, se generaron siete preguntas para evaluar requerimientos de accesibilidad y se incluyeron pautas de accesibilidad que no se estaban considerando. También se les hizo´ de conocimiento a la UV sobre las recomendaciones pertinentes a fin de mejorar el sistema.

Posteriormente, se revisaron los instrumentos para eliminar sesgos, resultando en la necesidad de dividir preguntas que se presentaban de manera muy extensa, también se generaron explicaciones a cada pregunta con el fin de brindar un criterio más específico de evaluación y finalmente se eliminaron seis preguntas que se consideraron estaban repetidas.

La última fase de validación se realizó con el apoyo de nueve expertos, donde se diseñaron 12 encuestas para evaluar la claridad, coherencia, relevancia y suficiencia de las preguntas. De dicha fase se pudieron detectar las preguntas que debían modificarse en la redacción, además se pudo identificar aquellas que debían ser eliminadas ya que se consideraban no estaban relacionadas con el tema evaluado y que no aportarían información relevante.

## 5. Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) con el número de soporte 478427.

Además, este artículo fue desarrollado gracias al apoyo brindado por la Maestría en Sistemas Interactivos Centrados en el Usuario de la Universidad Veracruzana y el Departamento de Informática de la Universidad de Alcalá.

## 6. Referencias

1. Díaz Padilla, K. P. (2019). *Método de diseño de aplicaciones web adaptativas para personas con discapacidad visual*. Tesis de maestría, Universidad Veracruzana.
2. Díaz Padilla, K. P., Contreras Vega, G., y Pérez Arriaga, J. C. (2018). *Hacia un método de evaluación del proceso diseño de aplicaciones web adaptativas para personas con discapacidad visual.* ATICA2018: Aplicación de tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas y Accesibilidad, Guatemala, Guatemala. Universidad de Alcalá´.
3. EASA (2018). *Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Large Aeroplanes CS-25*. Reporte técnico.
4. Eoyang, G. y Oakden, J. (2016). *Adaptive Evaluation. Emergence: Complexity & Organization*, 18(3/4):1–14.

5. Ferreira, S. B. L., Da Silveira, D. S., Capra, E. P., y Ferreira, A. O. (2012). *Protocols for evaluation of site accessibility with the participation of blind users*. Procedia Computer Science, volume 14, pages 47–55.
6. Gallardo, C. y Funes, A. (2014). *Un Modelo para la Evaluación de la Calidad de la Accesibilidad al Contenido Web*. Segundo Congreso Nacional de ingeniería informática / ingeniería de sistemas (CoNaIISI), number January 2014, page 11, Argentina. CoNaIISI.
7. Heinzerling, D., Schiavon, S., Webster, T., y Arens, E. (2013). *Indoor environmental quality assessment models: A literature review and a proposed weighting and classification scheme*.
8. Huesca-Domínguez, I. (2016). *Validez y confiabilidad de instrumentos de estudios de opinión*. Tesis de maestría, Universidad Veracruzana.
9. Jinete Acendra, J. (2016). *Cumplimiento de las actividades de enfermería en la prevención de ulceras por presión*. Revista Cubana de Enfermería, 32(2).
10. Martin, Y. S. y Yelmo, J. C. (2014). *Guidance for the development of accessibility evaluation tools following the Unified Software Development Process*. Procedia Computer Science, volume 27, pages 302–311.
11. Nelson, G., Eduardo, P., y Edwin, R. (2010). *Desarrollo De Un Instrumento Para Evaluar Prerrequisitos En El Sistema Haccp*. Rev.Bio.Agro.
12. Neuzil, P. (2006). *Calidad del software educativo: Metodología de Evaluación de software educativo para determinar el que cumple con las especificaciones basadas en estándares internacionales*. Nucleic Acids Research, 34(11):17.
13. P. Miguel, J., Mauricio, D., y Rodríguez, G. (2014). *A Review of Software Quality Models for the Evaluation of Software Products*. International Journal of Software Engineering & Applications, 5(6):31–53.
14. Pereira, L. S., Ferreira, S. B. L., y Archambault, D. (2015). *Preliminary web accessibility evaluation method through the identification of critical items with the participation of visually impaired users*. Procedia Computer Science, volume 67, pages 77–86. ScienceDirect.
15. Torlone, R., Barbieri, T., Bertini, E., Bianchi, A., Billi, M., Bolchini, D., Bruna, S., Burzagli, L., Cal`ı, A., Catarci, T., Ceri, S., Daniel, F., De Virgilio, R., Facca, F., Gabbanini, F., Gabrielli, S., Giunta, G., Graziani, P., Kimani, S., Legnani, M., Mainetti, L., Matera, M., Palchetti, E., Presenza, D., Santucci, G., Sbattella, L., y Simeoni, N. (2006). *Methods and Tools for the Development of Adaptive Applications*, pages 209–247. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
16. Torrencilla Murillo, F. J. (2017). *Cuestionarios y escalas de actitudes*. Reporte técnico, Universidad Autonoma de Madrid, Madrid.
17. Zoghi, P., Shtern, M., Litoiu, M., y Ghanbari, H. (2016). *Designing adaptive applications deployed on cloud environments*. ACM Trans. Auton. Adapt. Syst., 10(4):25:1–25:26.

# Alternativas para reducir la brecha digital en Colombia

Ronald Alexander Castañeda Olarte
PRIME BUSINESS SCHOOL
Universidad Sergio Arboleda
ronaldcasta@gmail.com

Diego Andrés Huertas Duarte
PRIME BUSINESS SCHOOL
Universidad Sergio Arboleda
diegohuertas92@gmail.com

Nelson Augusto Forero Páez
Departamento de Ciencias de la Computación
Universidad de Alcalá (España)
nelson.forero@edu.uah.es

**Resumen: E**l presente artículo tiene por objeto dar a conocer el uso y la apropiación del internet en Colombia, para esto se realizaron estudios comparativos a nivel mundial y Latinoamérica. Se identifica los principales aspectos que pueden influir en la aparición de lo que hoy se conoce como brecha digital, entendida como la apropiación y uso efectivo (saber utilizarla) de los recursos tecnológicos por las comunidades o personas por medio del Internet. Actualmente se evidencia como el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, en adelante TIC, ha crecido exponencialmente durante los últimos años, y promete seguir haciéndolo para enfrentar de mejor manera los nacientes entornos competitivos. Como resultado de este crecimiento e inserción del internet en la economía mundial, la sociedad se ha dividido entre las comunidades que apropian estos recursos tecnológicos y los saben utilizar y otras que no lo hacen, afectando seriamente el crecimiento económico de forma positiva o negativa dependiendo del uso y apropiación de la misma.
Considerando el acceso a internet como la puerta de entrada a las demás tecnologías de la información, el presente artículo da a conocer el impacto que ha tenido el uso y apropiación de las TIC en la economía nacional y como llega afectar y permear otros sectores importantes en el país. De igual manera el estudio refleja otros factores de gran impacto que afectan la apropiación y uso de Internet los cuales fueron analizados y evaluados con el fin de proponer alternativas de solución que permitan reducir la llamada brecha digital en Colombia.

**Palabras Clave:** Brecha digital, TIC, conectividad, competencia digital, apropiación del internet.

## 1. Introducción

La presente investigación tiene como finalidad identificar los principales aspectos en la apropiación y uso del internet en Colombia. Esta problemática conocida por algunos autores como brecha digital y definida como la diferencia que existe entre las personas o comunidades, respecto al acceso, uso y la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (Serrano y Martínez, 2003). Es importante precisar que entre estas tecnologías la de mayor importancia es el internet. Las barreras

de tipo social y económicas constituyen una de las principales características al momento de hablar de brecha digital, la cual se presenta en las poblaciones que tienen menos recursos para acceder a las TIC. En este sentido, es necesario analizar el concepto de brecha digital, sus componentes y las causas que determinan su aparición.

Esta investigación se realiza por el interés académico de identificar los principales aspectos que influyen en la apropiación del internet en Colombia, comparados a su vez con el resto del mundo. Por otra parte, conocer el estado actual de la conectividad en Colombia, analizando coberturas, tipos de conexiones, estratificación, entre otros elementos. Actualmente el país afronta un gran desafío en materia de conectividad y acceso en poblaciones urbanas y rurales a las cuales aún no llega dicha cobertura o no saben utilizarla; de ahí la importancia de analizar las causas principales que conllevan a la aparición de la denominada brecha digital.

## 2. Brecha digital

Durante los últimos años superar la brecha digital se ha convertido en el eje central de las discusiones sobre desarrollo y crecimiento sostenible de los países. En este sentido, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, 2001: 5) definió la brecha digital como «el desfase o división entre individuos, hogares, áreas económicas y geográficas con diferentes niveles socioeconómicos con relación tanto a sus oportunidades de acceso a las tecnologías de la información y la comunicación, como al uso de Internet para una amplia variedad de actividades». Según esta organización, la brecha digital en las familias depende fundamentalmente de variables como ingresos y nivel educativo, así como de otras variables sociodemográficas como raza, género, tipo de familia, limitaciones lingüísticas y edad.

Es importante resaltar que no es suficiente con hablar de brecha digital como la principal problemática que hoy en día aqueja a los distintos países rezagados en términos de desarrollo TIC, sino que existe otro concepto íntimamente relacionado y es el de competencia digital. La competencia digital es la capacidad para usar las TIC eficazmente, en los ámbitos laboral, educativo, de ocio, así como de participación ciudadana (Ferrari, 2013; INTEF, 2014). Como contra partida, se puede entender que la brecha digital consiste en las carencias para usar las TIC eficazmente.

### 2.1. Estado actual del internet a nivel mundial

Internet ha supuesto sin duda la mayor revolución acontecida durante los últimos 30 años. Su implementación en distintas áreas del conocimiento ha permitido avances importantes en materia de investigación y desarrollo para la sociedad. Es importante resaltar que los países desarrollados han adelantado esfuerzos significativos en materia de mejoramiento de redes y accesibilidad al servicio de internet entre sus habitantes, lo que conlleva a una mejor cobertura de internet si se compara con países subdesarrollados. Las principales economías han entendido que el progreso y crecimiento de su nación está apoyado por el uso de la tecnología. En este sentido, Brynjolfsson (2011) resalta el papel que las TIC ejercen al cambiar las reglas del juego en el ámbito social, cultural y económico en EE.UU., Europa y China.

De acuerdo con Internet World Stats; ITU; Eurostat, la penetración de internet a nivel mundial presenta el siguiente panorama.

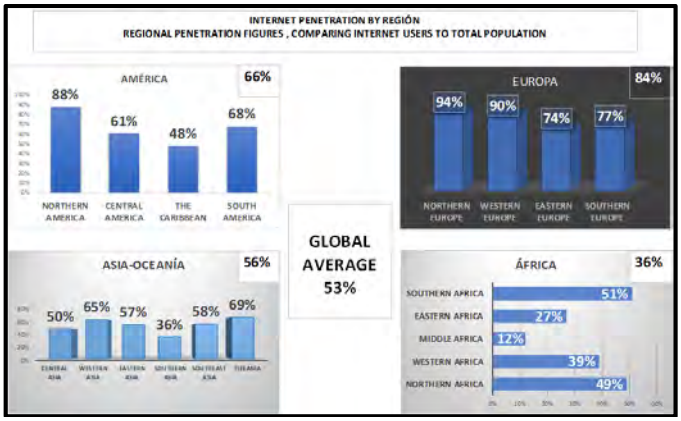



**Figura 1:** Internet penetration by region 2018
**Fuente:** Internet World Stats; ITU; Eurostat – Elaboración propia de los autores

Al hablar de penetración del internet a nivel mundial es importante precisar que existen diferencias significativas en cada uno de los continentes. Es así como se evidencia una importante participación de Europa por encima de las demás regiones, representados por un 84% en penetración de internet, esto apoyado por todo el tema de transformación digital. Se aprecia también que la conectividad mundial a internet es de un 53%, de una población estimada de 7.593 billones de habitantes, considerando que en los países desarrollados la penetración está entre el 75% y 100% con un promedio de 50 megabits de velocidad de conexión, a diferencia de algunos países subdesarrollados donde la penetración en promedio no supera el 25% de la población lo que se convierte en una brecha digital. (WE ARE SOACIAL Y HOOTSUITE 2019).

## 2.2. Estado actual del internet en Latinoamérica

Cuando se revisa la penetración de internet en Latinoamérica comparada con el resto del mundo, en promedio, la región se encuentra por encima de otras zonas con países similares, pero aún lejos del estándar que imponen Estados Unidos y Europa. La apropiación del internet en América latina es del 67% según las estadísticas mostradas por Statista USA (2018), situación que pone a la región por encima de la media global, como se ve en la figura 2, donde se tuvieron en cuenta los países con mayor índice poblacional, y que de acuerdo con este análisis está encabezado por los países de Suramérica.

Dentro de los 10 países con mayor índice poblacional en la región, Ecuador lidera la lista de naciones con mayor penetración del internet en Latinoamérica y esto se debe al gran apoyo que ha tenido este sector por parte del gobierno central desde décadas atrás. En contraste, Guatemala presenta el menor porcentaje de penetración de internet de la región con tan solo un 34,5%., según datos de Internet World Stats (2018), esto como consecuencia de los escándalos de corrupción y malos manejos por parte del gobierno.

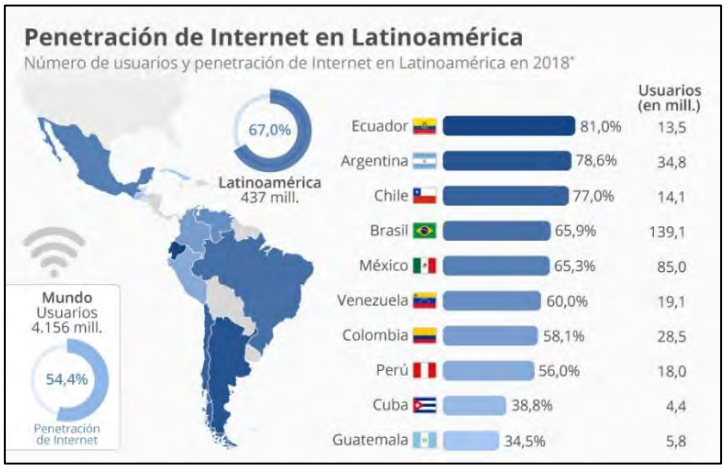



**Figura 2:** Penetración de internet en Latinoamérica en 2018
**Fuente:** Internet World Stats - Statista

## 2.3. Estado actual del internet en Colombia

La necesidad de estar siempre conectados para conocer lo que pasa en otras partes del mundo e intercambiar información siempre ha estado latente en la sociedad y Colombia no es ajena a esta realidad. De acuerdo con información revelada por el DANE, como producto del último censo poblacional, Colombia tiene actualmente cerca de 48.2 millones de habitantes, de los cuales el 51.2% son mujeres, y el 48.8% restante son hombres. El 50,5% de la población oscila en rangos de edad entre los 0 y 26 años. Adicionalmente, los departamentos donde más porcentaje de población en edad joven se encuentra son Amazonas, Putumayo y Guainía. Cerca de 21.7 millones de personas tienen acceso a internet, lo que representa el 45.02% del total de la población, concentrándose esta participación en ciudades principales. En la actualidad se pueden apreciar varios contrastes en el acceso a las tecnologías de la información y así mismo al Internet en Colombia. El acceso en la población urbana es mayor comparada con el acceso de la población rural y en gran parte se debe a la cobertura e infraestructura básica de telecomunicaciones que se tiene en estas zonas. En Colombia existen varios tipos de acceso a internet lo que permite diferentes alternativas a la hora de estar conectados y en cierta medida, ofrece la posibilidad de contar con distintos medios para permitir la conectividad. Es así como se destacan las siguientes modalidades de acceso a internet: Conexiones de Internet Fijo – Móvil e Internet Satelital.

**Internet fijo y móvil en Colombia:** En la figura 3, se aprecian las conexiones a internet fijo y móvil al cierre del cuarto trimestre del año 2018. Se muestran tanto las conexiones en modalidad bajo demanda que son los suscriptores que no cuentan con un plan fijo para acceder al servicio; la modalidad en suscripción que también se muestra en el gráfico y son los usuarios que cuentan con plan fijo que se paga de forma periódica. Al cierre el cuarto trimestre de 2018, el país alcanzó un total de 32,71 millones de conexiones a Internet fijo y móvil, de las cuales, 17,6 millones se realizan mediante la

modalidad de suscripción en redes fijas y móviles, y 15,1 millones a través de conexiones móviles por demanda (MINTIC 2019).

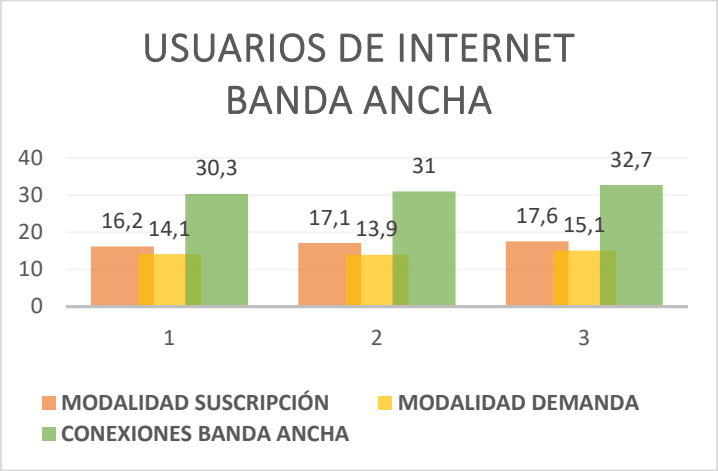



**Figura 3:** Usuarios de internet banda ancha
**Fuente:** Datos reportados por los proveedores de redes y servicios a Colombia TIC. Fecha de consulta: 28 de marzo de 2019. Propia de los autores.

**Internet satelital en Colombia:** Colombia enfrenta una situación bastante compleja dada su geografía. La presencia de grandes cordilleras, zonas rurales atrasadas en cuanto a lo tecnológico, esto entendido en términos de cobertura y capacidad instalada, así como una existente brecha digital, han permitido la entrada de otros actores en el mundo del internet en el país. Es por esto que el internet satelital aparece como una opción para empezar a mitigar esa problemática, y por ende ayudar a cerrar gradualmente ese amplio margen de no cobertura en algunas regiones del país.

Es importante resaltar que el servicio de internet satelital en Colombia tiene una participación poco relevante en términos de cifras, mas no de accesibilidad en el total de acceso a internet que se maneja en el país. De acuerdo con el último informe TIC, Cuarto Trimestre de 2018 en el cual se hace referencia a otras tecnologías de acceso a internet, las cuales representan un 20% del total de acceso al servicio a nivel país, el internet satelital tiene una participación del 4% correspondiente a 10755 usuarios en ese total de otras tecnologías, esto es en consecuencia producto de los pocos operadores que actualmente en el país ofrecen este servicio, ya que todos los involucrados están volcados al internet fijo y móvil. La Figura 4, muestra la participación porcentual del internet satelital en Colombia comparada con otras tecnologías de acceso. Es importante resaltar que el servicio de internet satelital en Colombia tiene una participación poco relevante en términos de cifras, mas no de accesibilidad en el total de acceso a internet que se maneja en el país.

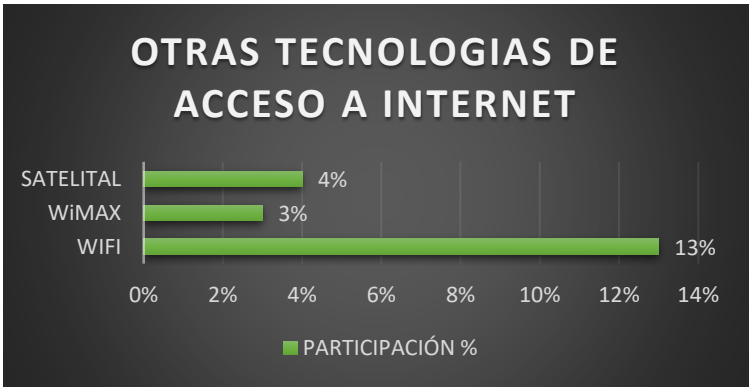



**Figura 4: OTRAS TECNOLOGIAS DE ACCESO A INTERNET**
**Fuente:** Boletín Trimestral de las TIC Cuarto Trimestre de 2018. Propia de los autores.

## 3. Aspectos que influyen en la apropiación del internet en Colombia

A continuación, se proponen alternativas que contribuyen a disminuir la brecha digital en Colombia, tomando como referencia estudios y experiencias que otros países han desarrollado obteniendo grandes beneficios en este campo.

### Mayor despliegue de red a la población rural

De acuerdo con el anterior análisis del estado actual del país, Colombia está rezagado en la penetración de internet comparado con otros países, en especial en las cabeceras municipales más alejadas de las ciudades principales y así mismo en las zonas rurales, y esto se debe en gran medida a que los prestadores de servicios despliegan menos infraestructura en estas zonas.

### Ampliación de cobertura en los estratos más bajos en ciudades principales e intermedias y población rural

La intención del gobierno central ha sido alentar el incremento en la penetración de internet en los estratos más bajos, siendo estos estratos los que cuentan con mayor población, el incremento de las conexiones de internet en esta segmento de la población se ha logrado con diferentes estrategias, como el ofrecimiento de acceso a la red con tarifas sociales a más de 200.000 familias pertenecientes a estratos 1 y 2 en el último año y el despliegue de las zonas wifi gratuitas que en la actualidad ascienden a más de 1.500 puntos de acceso a nivel nacional de acuerdo al boletín trimestral Num.2 del año 2019 de las TICS.

Los usuarios de estos estratos pagan por una conexión a internet una tarifa promedio entre $6.000 y $17.000 pesos mensuales, en estas tarifas ya se encuentran aplicados los subsidios, situación que ha beneficiado en total a más de 2 millones de familias, pero la calidad del servicio en cuanto a la velocidad de conexión no es la más óptima para un servicio de internet ,situación que genera un desequilibrio comparado

con las velocidades de conexión que se manejan en los estratos 3, 4, 5 y 6, en estos estratos las velocidades promedio superan los 20 Mbps.

### Democratizar el acceso al internet en todo el país

Asegurar la cobertura nacional en el acceso a internet con buenos precios para todos los estratos y con calidad, es la base para democratizar su acceso, se deben tomar medidas puntuales para promover la competencia, la inversión extranjera directa en telecomunicaciones. Adicionalmente se debe definir una política de inclusión digital con el fin de dar acceso a todos los hogares y empresas a la conectividad de Internet. La entrada a estas tecnologías fortalece la competitividad a nivel individual y empresarial.

### Facilidad en los permisos de instalación de la infraestructura para los prestadores de servicios

Pese a que todas las ciudades y municipios tienen mayor demanda por las TICS y estas a su vez necesitan de la infraestructura que despliegan los prestadores de servicios para poder hacer su oferta de internet, encuentran dichos operadores muchos obstáculos por parte de los entes de gobierno local que limitan el despliegue de la infraestructura necesaria en cada uno de los proyectos, impactando así de manera negativa los derechos en cuanto a acceso al servicio que tiene cada ciudadano y por ende esto repercute negativamente en la calidad de las telecomunicaciones.

### Promover más alianzas entre el sector público y privado

Históricamente, las alianzas entre el sector público y privado en pro del desarrollo de las naciones han sido la clave en muchas oportunidades para compensar los rezagos originados por factores ambientales y sociales que aquejan a los pueblos. En Colombia hace falta dar cabida a propuestas como lo sugerido en México en el año 2018 como estrategia de política pública donde se planteó el otorgamiento de “concesiones sociales utilizando el espectro en diferentes bandas de frecuencia (700, 1900, 2500, 1700 MHz) que están concesionadas para prestar servicios de telecomunicaciones móviles de voz y datos”. La idea era subarrendar frecuencias a los concesionarios actuales en ciertas regiones de cobertura para que agrupaciones comunitarias y organizaciones no gubernamentales sean quienes desplieguen estas redes.

## 4. Conclusiones

Acceder a Internet puede contribuir significativamente al desarrollo regional y económico de una nación. Internet es una puerta de entrada a la educación, la telemedicina, la comunicación con otros usuarios y presenta a su vez innumerables casos de uso. Es importante precisar que para entrar en los niveles de competitividad que se manejan actualmente, se deben hacer esfuerzos significativos en pro de mejorar la calidad de las poblaciones. El uso del internet hoy en día es clave para lograr un mayor desarrollo de la sociedad. No obstante, se deben desplegar estrategias claras encaminadas en mejorar las coberturas existentes, y apostarle también a la inserción de redes 5G, buscando conectar al país de una mejor manera y no escatimar recursos para invertir en este sector, que, de acuerdo con los estudios, es la puerta de entrada a mercados altamente competitivos.

Las conexiones móviles empiezan a jugar un papel indispensable como un modo de acceder de manera eficaz y oportuna a la navegación en la red, y sirven de apoyo a las redes de banda ancha, donde por situaciones demográficas no es posible su cobertura en algunas regiones del país. En consecuencia, aunque la participación del internet satelital en Colombia aun es baja, se evidencia una gran oportunidad en cuanto a mejorar el acceso al servicio de internet, y que puede servir de base para que tanto operadores como el estado realicen un despliegue más amplio en términos de cobertura, penetración y calidad del servicio. Es una realidad que Colombia está más conectada a la red que lo que estaba hace un par de años y si bien la tendencia es similar a la que hay en otros países de la región donde todos se han visto obligados a darle importancia a reducir la brecha digital que existe, por la velocidad a la que están avanzando las TIC, se necesita la voluntad del gobierno nacional, administraciones locales y la de las compañías de comunicaciones para incrementar la cobertura y adopción de internet ya que es la puerta de entrada a la transformación digital de la nación.

## Referencias bibliográficas


1. Berrio, C; Marín,P ;Ferreira,E & Chagas,E . (2017). Desafíos de la Inclusión Digital: antecedentes, problemáticas y medición de la Brecha Digital de Género. Recuperado de: http://cort.as/-NSel
2. Brynjolfsson, E. (2011). Wired for innovation: how information technology is
3. reshaping the economy. MIT Press Books, 1.
4. DANE. (2019). Indicadores básicos de tenencia y uso de tecnologías de la información y comunicación – TIC en hogares y personas de 5 y más años. Recuperado de: http://cort.as/-NSd6
5. EFE, EL ESPECTADOR. (2018). Satélite de Hughes operará en octubre para dar internet a la Colombia rural. Recuperado de: http://cort.as/-NSaP
6. EL NUEVO SIGLO. (2017). Brecha digital del país todavía es amplia. Recuperado de: http://cort.as/-ICNS
7. Ferrari,A. (2013). DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe. Recuperado de: http://cort.as/-NSWX
8. Fernández, C.(2018). Este mapa muestra la enorme brecha digital entre África y el resto del mundo.
9. Hoffmann,B.(2014). Cómo no superar la brecha digital. Recuperado de: http://cort.as/-NSdq
10. Internet World Stats usage and Population Statistics. ( s.f). Estadísticas de uso de Internet para todas las Américas Norteamérica, Centroamérica, Sudamérica y el Caribe. Recuperado de: http://cort.as/-NScV
11. Kachouie,S & Castilla,C. (2018). Evolución y Perspectivas de la brecha digital en la
12. Unión Europea.
13. La opinión. Min Tic. (2019). Internet satelital, opción para conectar el campo y mejorar la competitividad. Recuperado de: http://cort.as/-NSa0
14. Lee, S., Xiang, J. Y., y Kim, J. K. (2011). Information technology and productivity:
15. Empirical evidence from the Chinese electronics industry. Information &
16. Management, 48(2), 79-87.
17. León, D. (2016). Subsidios de internet para estratos bajos se mantendrán en Colombia. Recuperado de: http://cort.as/-ICPj
18. McDonald, N. (2018). Digital in 2018: world's internet users pass the 4 billion mark. Recuperado de: http://cort.as/-GYU3

19. MinTic,(2019). Boletín Trimestral de las TIC , Cifras Cuarto trimestre de 2018. Recuperado de: http://cort.as/-RP9y
20. MinTic,(2019). COLOMBIA HACIA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL, Cuarto Congreso Internacional de Protección de Usuarios de Servicios de Comunicaciones. Recuperado de : http://cort.as/-NScl
21. Moreno, G. (2018). ¿Cuántos usuarios de Internet hay en América Latina? Recuperado de: http://cort.as/-GYTm
22. Ramirez, I& Gutiérrez, A. (2008). La Brecha digital en Colombia. Interactic. Cintel.
23. Reyes, F. (2018). Telecomunicaciones: Mercados y Tecnologías. Recuperado de: http://cort.as/-GYUP
24. Rogers, E.M. (2003). Diffusion of Innovations. New York: The Free Press
25. Sepúlveda ,J & Ramírez, L . (2018). BRECHA DIGITAL E INCLUSIÓN DIGITAL.

# Chatbots y redes sociales como soporte en la evaluación de accesibilidad web y usabilidad

Nicolás Vaca[1], Cecilia Ávila[1]

[1]Facultad de matemáticas e ingenierías
Fundación Universitaria Konrad Lorenz (Colombia)
nicolasa.vacac@konradlorenz.edu.co, cecilia.avilag@konradlorenz.edu.co

**Resumen.** La evaluación de accesibilidad web y usabilidad es un proceso en el cual intervienen evaluadores expertos, quienes soportan su labor mediante el uso de herramientas de evaluación automática. Sin embargo, no se identifica una herramienta de soporte específico para las personas que se encargan de esta labor. Tomando como base los beneficios de los chatbots y el gran uso que tienen las redes sociales, en este artículo se presenta una herramienta que integra un chatbot y una red social con el fin de dar soporte a los evaluadores de accesibilidad web y usabilidad. Esta herramienta se ha denominado @EvaluaToolKit y para su elaboración, se tuvieron en cuenta factores como el poco soporte con el que cuentan los evaluadores, el funcionamiento general de las plataformas utilizadas en la creación de @EvaluaToolKit (sitio web de la herramienta, Twitter y Dialogflow), así como también las preguntas, palabras clave y posibles respuestas. @EvaluaToolKit está disponible para ser utilizada por cualquier persona interesada en indagar sobre temas relacionados a la evaluación de accesibilidad web y usabilidad. Cada consulta realizada por medio de Twitter provee una respuesta automática acorde a los términos utilizados por el usuario, permitiendo así obtener información y soporte al instante.

**Palabras clave:** Accesibilidad web, usabilidad, evaluación, chatbot, redes sociales.

## 1. Introducción

La experiencia de navegación en contenidos digitales (documento, presentación, recurso educativo, sitio web, etc.) puede verse afectada al no utilizarse buenas prácticas de diseño, generalmente esto es producido al desconocerse una serie de pautas o normas en cuanto a cómo diseñar un sitio “accesible y usable”. En el caso de la accesibilidad web se pueden presentar barreras de acceso al contenido debido a factores como el idioma, el lugar desde donde se quiere acceder, e incluso características del contenido que restringen el acceso a personas con dificultades físicas (baja visión, ceguera total, problemas de audición, problemas de movilidad, etc.). Con respecto a la usabilidad web, pueden encontrarse páginas que son difíciles de utilizar por razones de estructuración, estética o diseño en general.

Uno de los medios de verificación que suele aplicarse respecto a los contenidos son las evaluaciones de accesibilidad web y usabilidad, las cuales son realizadas por personas que tienen algún dominio de conocimiento en estas temáticas, dicha

evaluación se realiza mediante un proceso en el que interviene el uso de formularios y herramientas automáticas que se basan, por ejemplo, en criterios de accesibilidad web (i.e. Web Content Accessibility Guidelines - WCAG [1]) o en principios de usabilidad (i.e. heurísticas de Nielsen [2]). A pesar de la gran cantidad de herramientas que existen para soportar la labor del evaluador, no se identifica un medio de consulta centralizado o una herramienta que sirva de soporte para poder consultar sobre temas específicos o herramientas que puedan ayudar en la revisión de criterios particulares de la accesibilidad o usabilidad de los contenidos, es por ello, se da la necesidad de generar una herramienta que sirva de soporte para los evaluadores.

Teniendo en cuenta que las redes sociales, además de ser plataformas de utilización masiva, permiten compartir información de manera eficaz, y, que el uso de tecnologías basadas en inteligencia artificial ha permitido la entrega de soporte y retroalimentación de una forma automática, directa y eficiente, se propone la integración de ambas para dar solución a la necesidad anteriormente planteada. La solución consiste en una herramienta denominada @EvaluaToolKit la consta de dos componentes principales: la página web de la herramienta (desarrollado en AngularJS) y un espacio de red social (cuenta de Twitter). En ambos componentes se realizó la integración un chatbot configurado en Dialogflow para brindar soporte en temáticas relacionadas con la evaluación de accesibilidad y usabilidad. Para su desarrollo, se configuraron una serie de consultas (para la herramienta se denominan intenciones), en las que se tuvieron en cuenta palabras clave que los evaluadores pudiesen utilizar y las posibles opciones de respuesta. En este artículo se describe el proceso que se siguió para la construcción de la herramienta y se presentan resultados preliminares en el uso de esta.

Las demás secciones del artículo se organizan de la siguiente forma: En la sección 2 se presentan los referentes teóricos, en la sección 3 se describe el proceso de creación de @EvaluaToolKit, en la sección 4 se presentan algunos resultados preliminares y, en la sección 5 las conclusiones del estudio.

## 2. Referentes teóricos

En esta sección, se describen los temas principales abordados en el estudio: por un lado, la evaluación de accesibilidad web y usabilidad y, por otro lado, el uso de chatbots y redes sociales.

### 2.1. Evaluación de accesibilidad web y usabilidad

La interacción entre contenido y usuario es un factor clave para una buena experiencia de navegación, según Vergoñós [3], las características que debe tener un contenido digital generalmente son ignoradas al momento de su diseño y creación, la autora enfatiza en que se deben tener en cuenta aspectos como diseños armónicos o usabilidad y accesibilidad web para que esto impacte de forma positiva en la cantidad de visitas y accesos.

Una de las formas de prevenir barreras de ingreso a los contenidos digitales es la implementación de estándares tales como las heurísticas de usabilidad propuestas por Nielsen [2] o los lineamientos de accesibilidad para contenidos web WCAG [3]. Una vez que se crean contenidos siguiendo este tipo de estándares, es imprescindible realizar

un proceso de evaluación en el cual se verifique que los contenidos creados son realmente accesibles y usables, es en este punto es donde el evaluador toma un rol activo.

Tomando como ejemplo el proceso de evaluación de accesibilidad web, de acuerdo con la WAI (Web Accessibility Initiative) [4], en este proceso participan expertos en el tema teniendo como misión verificar que los contenidos cumplan con pautas de accesibilidad, por ejemplo, en uno de los estudios, un grupo de personas que se encontraban tomando un curso sobre WCAG 2.0, analizaron los contenidos de una muestra de páginas web [5] donde el proceso de evaluación se realizó de forma manual. En otro estudio, se dio un caso similar pero, la evaluación fue realizada por expertos [6]. En los dos estudios, describen que el proceso de evaluación se puede realizar mediante una revisión manual o con una revisión automática, además, mencionan que la revisión automática está mediada por herramientas que facilitan la labor de verificación, mientras que el proceso de revisión manual es soportado por las decisiones de los evaluadores.

### 2.2. Chatbots y redes sociales

Los chatbot se utilizan como una estrategia para simular conversaciones con personas mediante la generación de respuestas automáticas. Realizando una búsqueda de este tema en la base de datos de Scopus, se identifica que se han publicado a la fecha 1109 artículos en revistas, libros y conferencias y la ventana de publicación es relativamente reciente (2000-2020). Este tema empezó a tomar fuerza en el año 2016 (46 artículos), seguido de 2017 (150), teniendo su pico más alto en el año 2018 (386) y con una gran cantidad en lo que va del 2019 (336). De esta búsqueda se destacan Augello, A., Pilato, G., Gaglio, S. y Wu, W. como los autores más contribuyentes. Algunos de sus estudios giran en torno a temáticas tales como habilidades sociales de los chatbots [7], chatbots adaptativos [8], selección multirrespuesta en chatbots basados en repositorios de respuestas [9].

Entre otros usos, los chatbots brindan soporte y retroalimentación en diferentes plataformas [10]. Particularmente, en los últimos años se ha estudiado el uso de chatbots en redes sociales como una forma de atender de una forma inmediata a las preguntas de los usuarios en entornos específicos. Es por ello, que en este estudio se adoptó el uso de un chatbot y una red social para soportar la labor de los evaluadores de accesibilidad web y usabilidad.

## 3. @EvaluaToolKit: descripción del chatbot y su integración en Twitter

La utilización masiva de redes sociales ha permitido una interacción sencilla entre usuarios y herramientas que brindan respuestas automáticas como los chatbots. En el caso puntual de la red social Twitter [11], esta red provee funcionalidades para desarrolladores las cuales permiten a su vez una gestión optima del soporte que puede darse a un usuario de una manera sencilla e inmediata. En este estudio se implementó el uso de un chatbot configurado mediante la herramienta Dialogflow [12], que es una

gran alternativa en el desarrollo de chats inteligentes, además de tener como característica principal permitir encadenamientos sencillos entre diferentes plataformas (entre ellas, Twitter). Como fruto de esta integración surge @EvaluaToolKit y su principal objetivo es brindar soporte mediante redes sociales a los evaluadores de accesibilidad web y usabilidad.

### 3.1. Configuración del chatbot en Dialogflow

Dialogflow permite configurar preguntas y opciones de respuesta por medio de variables llamadas "intenciones", estas guardan las posibles expresiones que puede incluir el usuario en sus preguntas o comentarios y las respuestas a dicha expresión. Un ejemplo es en cuanto al manejo de los saludos, puesto que el usuario puede utilizar expresiones como "hola" o "buenas tardes", al detectarse palabras clave como "tardes" o "buenas" la plataforma lo toma como si se estuviera refiriendo a la intención del saludo, arrojando una respuesta de acuerdo con la configuración. Teniendo en cuenta este funcionamiento, se crearon preguntas relevantes y palabras clave en temas relacionados con el proceso de evaluación de accesibilidad web y usabilidad considerando posibles preguntas que un evaluador pueda plantear. En la Tabla 1, se presenta una muestra de las preguntas configuradas para las intenciones.

Como ejemplo, al hablarse de accesibilidad y usabilidad el evaluador podría plantear preguntas respecto a temas como la normativa de accesibilidad para contenidos web WCAG, para este ejemplo, se tienen en cuenta las palabras clave "WCAG", "Web Content Accessibility Guidelines" y "Lineamientos de accesibilidad". Cuando Dialogflow recibe una petición, verifica en su conjunto de intenciones aquel que tenga las palabras relacionadas o palabras literales y devuelve una respuesta acorde a dichas palabras.

**Tabla 1**. Preguntas de las intenciones configuradas en Dialogflow.

| Pregunta | Palabras clave | Respuesta(s) |
|---|---|---|
| Herramientas para analizar el contraste de color | • Herramientas color<br>• Herramientas contraste<br>• Contraste<br>• Color | "La evaluación del color en una página resulta de gran importancia al influenciar en la legibilidad, una herramienta recomendada es Check My Colours, aquí el link de su página… (link) " |
| ¿Qué son las WCAG? | • WCAG<br>• Web Content Accessibility Guidelines<br>• Lineamientos de accesibilidad | "Las WCAG son un conjunto de directrices para la utilización de la accesibilidad web con su respectiva evaluación, puedes encontrar más información en su página oficial… (link)" |
| ¿ Instrumentos de evaluación de accesibilidad? | • Evaluación accesibilidad<br>• Instrumentación | "Existen varias herramientas virtuales para analizar la accesibilidad general de una página web, una de estas es TAW, aquí su (link)…" |

| | |
|---|---|
| | "Existen varias herramientas virtuales para analizar la accesibilidad general de una página web, una de estas es AChecker, aquí su (link)…" |

Nótese la doble respuesta dada en la pregunta de instrumentos de evaluación de accesibilidad, Dialogflow permite almacenar más de dos respuestas en una sola intención con el objetivo de dar una dualidad de respuestas por un sistema aleatorio, en otras palabras, al tener más de dos respuestas el sistema lanza una aleatoriamente para que no se produzca una repetición. Creación de página y la app usando Twitter para desarrolladores

Twitter es una de las redes sociales más utilizadas globalmente, además de caracterizase por ser una plataforma de noticias e información veraz, generando un mayor acercamiento entre el contenido que se quiera compartir y la persona que esté interesada en leerlo. Es por ello, que en este estudio se seleccionó Twitter como la plataforma que hace el rol de "intermediario" entre la información configurada en Dialogflow y el usuario final que, para este caso, son evaluadores de accesibilidad web y usabilidad. El proceso para configurar Twitter y su conexión a Dialogflow consistió en los siguientes pasos:

- Creación de la cuenta oficial de Twitter para @EvaluaToolKit.
- Creación de una cuenta de Twitter para desarrolladores, pues el uso de esta no será como el de una cuenta personal porque los datos generales pedidos para su creación son nombre, detalles sobre que componentes se utilizarán de Twitter, en que se enfocará su utilización y demás información relacionada.
- Creación de una app que es la que se encarga de la integración con el chatbot y la pagina para mostrar las interacciones al público. En el caso de la creación de la app se debe elegir la página con la que se quiere enlazar y luego diligenciar información general como el nombre de la app, dar una breve descripción e insertar el hipervínculo de la página web relacionada.

## 3.2. Integración del chatbot en Twitter

Al haber realizado la creación de la página junto a la aplicación en la cuenta de Twitter para desarrolladores y la creación de un proyecto en Dialogflow, se utilizan códigos llamados "Tokens" o llaves para integrar todo. Cada página creada de Twitter tiene un token único para asociar los datos de Dialogflow con la aplicación de Twitter. Finalmente, se debe activar la opción de Twitter en Dialogflow. Al finalizar todos los pasos de integración, el chatbot quedó activado y listo para su uso. En la Fig. 1 se presenta un esquema de la interacción del usuario desde una cuenta en Twitter con el chatbot.

**Fig. 1.** Envío de la petición y respuesta del chatbot.

### 3.3. Integración del chatbot en el sitio web de @EvaluaToolKit

El canal principal para proveer soporte a los evaluadores de accesibilidad web y usabilidad es el sitio web de @EvaluaToolKit. Este sitio web fue desarrollado utilizando la tecnología de AngularJS. Además, es un espacio en el cual los evaluadores pueden encontrar información general sobre el proceso de evaluación e información sobre herramientas de soporte para este proceso. Un componente esencial en el sitio web es la integración que se realizó del chatbot para proveer un asistente virtual que guía a los evaluadores en las preguntas que puedan surgir durante el proceso de evaluación.

## 4. Resultados

Los resultados en cuanto a implementación de los dos componentes principales de @EvaluaToolKit (sitio web y red social Twitter) se describen a continuación. En la Fig. 2 se presenta la entrada de un usuario en Twitter cuando hace una consulta a @EvaluaToolkit. Cuando un usuario realiza un trino desde su cuenta haciendo referencia dicha cuenta, el chatbot identifica esto como una petición y se publica una respuesta automática teniendo en cuenta las palabras de la consulta. En la Fig. 3 se presenta el sitio web con una prueba de uso del asistente virtual (chatbot), en esta prueba el usuario pregunta sobre accesibilidad web y los lineamientos WCAG.

**Fig. 2.** Tweet sobre evaluación de color.

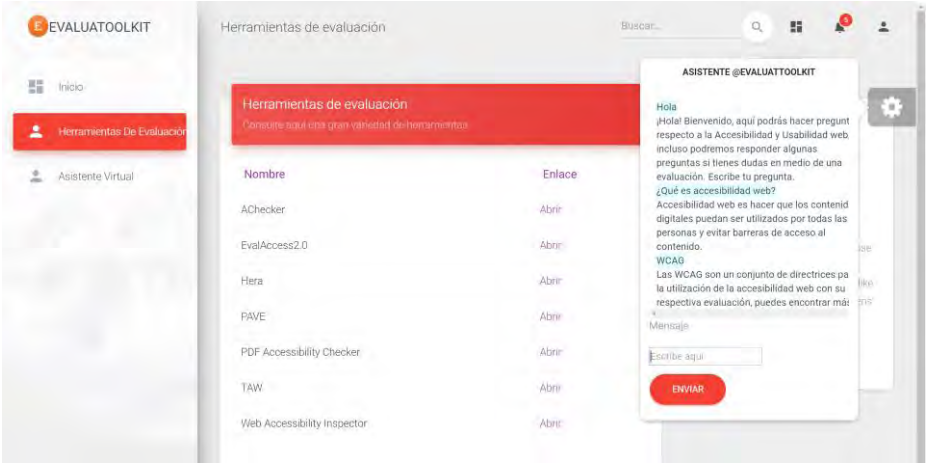



**Fig. 3.** Sitio web de @EvaluaToolKit con el chat integrado.

## 5. Conclusiones

@EvaluaToolKit se presenta con una iniciativa que complementa y da un mejor soporte al proceso de evaluación de accesibilidad web y usabilidad en contenidos digitales. Esta herramienta integra el uso de un chatbot y la red social Twitter y, está disponible para ser utilizada por personas interesadas en temas relacionados con la evaluación de accesibilidad web y usabilidad. Lo único que se necesita para realizar las consultas es contar con una cuenta de Twitter.

En este contexto, cabe destacar que un acceso más rápido a la información, esto aporta a una mejor contextualización sobre elementos que deben considerarse para garantizar que la navegación en contenidos digitales sea de calidad y se garantice un

acceso para todas. Como trabajo futuro, @EvaluaToolKit se enlazará en una plataforma que integre otras funcionalidades para la interacción entre la comunidad de evaluadores.

## 6. Referencias


1. W3C (2018) Introducción a las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG). In: Web Accessibility Initiative (WAI). https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/es. Accessed 19 Sep 2019
2. Nielsen J (1994) 10 Heuristics for User Interface Design: Article by Jakob Nielsen. In: Nielsen Norman Group. https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/. Accessed 19 Sep 2019
3. Vergoñós M (2016) ¿Qué debe tener una buena web? In: La Vanguardia. https://www.lavanguardia.com/economia/management/20160104/301179623839/web-responsive-web-design-accesibilidad-usabilidad-visibilidad.html. Accessed 19 Sep 2019
4. W3C (2019) Web Accessibility Initiative. In: Web Accessibility Initiative (WAI). https://www.w3.org/WAI/. Accessed 19 Sep 2019
5. Alonso F, Fuertes JL, González ÁL, Martínez L (2010) On the Testability of WCAG 2.0 for Beginners. In: Proceedings of the 2010 International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A). ACM, New York, NY, USA, pp 9:1–9:9
6. Brajnik G, Yesilada Y, Harper S (2010) Testability and Validity of WCAG 2.0: The Expertise Effect. In: Proceedings of the 12th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility. ACM, New York, NY, USA, pp 43–50
7. Augello A, Gentile M, Dignum F (2018) An Overview of Open-Source Chatbots Social Skills. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) 10750 LNCS:236–248. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77547-0_18
8. Pilato G, Augello A, Gaglio S (2011) A modular architecture for adaptive ChatBots. In: Proceedings - 5th IEEE International Conference on Semantic Computing, ICSC 2011. pp 177–180
9. Wu Y, Wu W, Xing C, et al (2019) A sequential matching framework for multi-turn response selection in retrieval-based chatbots. Computational Linguistics 45:163–197. https://doi.org/10.1162/coli_a_00345
10. Medeiros L, Bosse T (2017) Testing the Acceptability of Social Support Agents in Online Communities. Lecture Notes in Computer Science 10448 LNAI:125–136. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67074-4_13
11. Twitter (2019) Twitter. Es lo que está pasando. https://twitter.com/. Accessed 13 Sep 2019
12. Google (2019) Dialogflow. In: Dialogflow. https://dialogflow.com/. Accessed 13 Sep 2019

# Incorporación de criterios de accesibilidad para revitalización y reconocimiento de lenguas indígenas, afro y diversidades del español con ayuda de TIC

Angélica Hoyos[1]

[1]Facultad de Humanidades
Universidad del Magdalena (Santa Marta D.T.C.H. - Colombia)
ahoyos@unimagdalena.edu.co

Mauricio Arrieta[2]

[2]Facultad de Humanidades
Universidad del Magdalena (Santa Marta D.T.C.H. - Colombia)
marrieta@unimagdalena.edu.co

Roberto Aguas[3]

[3]Facultad de Ingeniería
Universidad del Magdalena (Santa Marta D.T.C.H. - Colombia)
raguas@unimagdalena.edu.co

Karen Buelvas[4]

[4]Centro de Tecnologías Educativas y Pedagógicas
Universidad del Magdalena (Santa Marta D.T.C.H. - Colombia)
kbuelvas@unimagdalena.edu.co

Matías Cantillo[5]

[5]Centro de Tecnologías Educativas y Pedagógicas
Universidad del Magdalena (Santa Marta D.T.C.H. - Colombia)
mcantillov@unimagdalena.edu.co

**Resumen.** Esta ponencia relata la experiencia de aula respecto a la incorporación del concepto de accesibilidad en la difusión y revitalización de lenguas indígenas, afro y variedades del español a través de la asignatura de Antropología Lingüística que hace parte del plan de estudios del Programa de Antropología de la Universidad del Magdalena aplicando *Design Thinking* y Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Se obtiene como resultado un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA), reflejado en una plataforma interactiva (Blog) para el aprendizaje autónomo y reconocimiento de la diversidad lingüística alimentada por los estudiantes y actividades posteriores de investigación derivadas del O.V.A.

**Palabras clave:** Accesibilidad étnica, Consciencia lingüística, Diversidad lingüística, Lenguas indígenas, Lenguas afrocolombianas, diversidad del español, TIC.

## 1. Introducción

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), han permeado todas las áreas de nuestra vida cotidiana y en materia de educación, han permitido que se mejoren los procesos de enseñanza y aprendizaje. Los recursos tecnológicos están cada vez más presentes en las aulas con nuevas opciones para dinamizar los procesos pedagógicos.

La Universidad del Magdalena se ha preocupado por establecer estrategias de innovación pedagógica a partir del trabajo de docentes durante los periodos intersemestrales y para el logro de ese objetivo, ha fortalecido el Centro de Tecnologías Educativas y Pedagógicas - CETEP y, a través de este, ha venido desarrollando cualificaciones a los docentes que posteriormente se reflejan en implementaciones de nuevas apuestas pedagógicas en el aula, las cuales se diseñan aplicando una metodología propia llamada COACH TIC, que de acuerdo con Villegas, Aguas y Buelvas [1], surge por la necesidad de incorporar las TIC en los procesos académicos e incorpora ideas relacionadas con el concepto de formador de formadores y de *coach*[2], para consolidar una propuesta de entrenamiento a los docentes en el uso de TIC enfocadas en la educación.

La implementación de esta estrategia se realiza en el marco del Diplomado en innovación educativa con TIC, que hace parte de esta iniciativa, se brinda a los docentes la posibilidad de construir conocimiento desde su propia experiencia y, de esta forma, se promueve el cambio de viejos paradigmas en la educación, para que empiecen a atender las necesidades de los estudiantes de la era digital. Uno de los proyectos más destacados en 2018 fue Multiglosa Caribe, que nace como prototipo de innovación curricular con la aplicación de herramientas de ideación ágil como *Design Thinking* [3] y con la planeación de un currículo con diseños más activos, la docente Angélica Hoyos Guzmán comienza el proceso de planeación de clases incluyendo las tecnologías de la información.

Este documento hace uso del concepto accesibilidad en amplio sentido, en relación con la inclusión de comunidades étnicas. Es así como inicia con un contexto de la preservación de las lenguas indígenas y posteriormente se expone el proceso que concluye en la experiencia de incorporación de las TIC para dinamizar el proceso de revitalización de las lenguas autóctonas, desarrollado por la docente en un trabajo colaborativo con el Centro de Tecnologías Educativas y Pedagógicas (CETEP) de la Universidad del Magdalena.

## 2. Contexto de la preservación de lenguas

La idea de que en los países Latinoamericanos solamente se habla el idioma español es generalizada, quizá debido a que en muchos de ellos se ha declarado este como idioma oficial, sin embargo, existen muchas otras lenguas que interactúan en el diario vivir de las comunidades. De hecho, actualmente se cuentan varias iniciativas que buscan preservar las lenguas autóctonas o nativas, considerando que el idioma español o, el portugués para el caso de Brasil, son idiomas foráneos que fueron introducidos por los colonizadores que vinieron del continente europeo.

En países como México, se habla incluso de una "castellanización" y existen evidencias de cómo los maestros de preescolar, "castellanizaban" a los niños indígenas[4]. Este tipo de acciones, promueven la vulnerabilidad de las lenguas nativas, por lo que, la concepción al respecto ha dado un giro a pensar en el aprendizaje del español como una segunda lengua, no pretender reemplazar la lengua materna.

Por otra parte, Costa Rica cuenta con seis lenguas indígenas y, se ha identificado diferencias en el nivel de uso de la lengua nativa y el idioma español en los niños que ingresan a las escuelas: 50% solo habla la lengua indígena, 40% solo hablan español y el 10% usa con fluidez ambos idiomas[5].

En Colombia, el Ministerio de Cultura nos alerta a través de su proyecto tecnológico Mapa Sonoro de las lenguas (http://mapasonoro.mincultura.gov.co/Home/mapa) sobre la vulnerabilidad en la que se encuentran las once lenguas del Caribe Colombiano. Es de acotar, que a través de los diagnósticos realizados y disponibles en esta plataforma se sabe que las comunidades prefieren también el uso de tecnologías para el aprendizaje, que las lenguas se encuentran vulnerables o en peligro de extinción y esto se debe al prestigio que tiene el uso del español en cada territorio a pesar de que, según la Constitución Política de Colombia de 1991, cada lengua indígena debería ser oficial en su comunidad. Esto hace que la difusión, documentación y promoción de la consciencia de la diversidad lingüística, con el uso de las nuevas tecnologías constituya una tarea necesaria, urgente y pertinente para la región.

Es importante resaltar que, esta necesidad de preservar el lenguaje nativo tiene un trasfondo de accesibilidad para las comunidades que conservan sus tradiciones, puesto que al promover la conservación de sus raíces y difundirlas al mundo, es posible disminuir las barreras discriminatorias que existen. Este enfoque se asemeja al de varias entidades internacionales y colombianas. Por ejemplo, la Unión Europea (UE) incluye, como artículo 19 de su Tratado de Funcionamiento, el artículo 13 del Tratado de Ámsterdam, en el que es clave el enfoque de igualdad y no discriminación de los derechos de las personas independientemente de su origen racial o étnico, discapacidad, etc.[6].

Por su parte UNESCO [7] resalta la necesidad de ofrecer atención especial a alumnos con necesidades especiales y discapacidades, niños pertenecientes a minorías étnicas y lingüísticas y estudiantes con características de vulnerabilidad, como principales beneficiarios de las políticas de educación inclusiva. Y finalmente, la Política Pública

Colombiana de Discapacidad e Inclusión Social [8], incluye a las comunidades étnicas, entre otros grupos vulnerables, en las acciones de reconocimiento de la diversidad existente al interior de la población con discapacidad ofreciendo respuestas concretas en materia de transformación de lo público, acceso a la justicia, participación en la vida política y pública, y desarrollo de la capacidad. De ahí que la importancia de este trabajo radique en la interrelación entre las políticas de accesibilidad para comunidades étnicas y el diseño e implementación de una experiencia de aprendizaje mediada con TIC para incluir a dicha población.

## 3. Proyecto Multiglosa Caribe

Es un proyecto de difusión de las lenguas en el Caribe colombiano, pensado como un espacio interactivo que pretende, además, facilitar el conocimiento, a través del trabajo en plataformas digitales para la revitalización de las lenguas indígenas.

Nace del trabajo de aula realizado en el componente de fundamentación lingüística en el Programa de Antropología de la Universidad del Magdalena, específicamente en el curso de Antropología lingüística, que consiste en acercar a los estudiantes a la historia de la lingüística, sus niveles de análisis y las corrientes teóricas que dan cuenta de las diversas ópticas que permiten el estudio del lenguaje. Por otro lado, se considera imprescindible la articulación entre la lingüística y la antropología.

El proyecto se nutre y actualiza con las indagaciones y materiales desarrollados por los estudiantes y de la investigación desarrollada en el Grupo de Investigación Sobre Oralidad, Narrativa Audiovisual y Cultura Popular en el Caribe Colombiano (Oraloteca Unimagdalena), en la línea de investigación de «Oralidades, lenguas y literaturas diversas» y surge como respuesta a la necesidad de acompañar a los pueblos afro e indígenas de la región caribe colombiana en el fortalecimiento y la salvaguarda del patrimonio inmaterial de sus comunidades, es por ello que el grupo principal de estudiantes que investigan y enseñan lenguas indígenas, hacen parte de la Asociación de Estudiantes Indígenas de la Universidad del Magdalena.

Es, además, un proyecto integrador, puesto que se incluye un apartado dedicado a la diversidad del español en el Caribe, siguiendo la línea incluyente que ha marcado Unimagdalena en los últimos años y, considerando que son pocos los estudios que desde la región registran los repertorios lingüísticos en comunidades de habla particulares[9]. Con esto se busca cimentar el campo para la investigación en lingüística, etnolingüística, sociolingüística y etnografía de la comunicación, y favorecer el desarrollo cultural de la región desde la apropiación social del conocimiento.

## 4. Implementación

Se inicia con la propuesta presentada por parte de la docente Angélica Hoyos Guzmán para el Diplomado de Innovación Educativa con TIC que ofrece el CETEP. Inicialmente contemplaba la elaboración de una serie didáctica de promoción de la diversidad lingüística en la región, trasladando la documentación y otros materiales recogidos en campo sobre distintas lenguas del territorio y utilizar estos materiales en el curso de lingüística para la apropiación y análisis de los niveles de la lengua: fonético, fonológico, morfológico, sintáctico. El proyecto contemplaba tres fases:

1. Grabación de videos donde se hable de la importancia de cada una de las lenguas que conforman el territorio del Caribe y en su conjunto la diversidad lingüística.
2. Elaboración de análisis en los distintos niveles de la lengua o recopilación de estos análisis en una plataforma que favorezca la enseñanza inicial de lenguas indígenas, de acceso a literaturas en lenguas indígenas, y su difusión.
3. Apertura de cursos internos gratuitos y en línea para estudiantes de la Universidad del Magdalena que lo requieran.

En la propuesta inicial, las dos primeras fases se realizan en compañía tanto de los estudiantes que cursan las asignaturas como de los integrantes de la Asociación de Estudiantes Indígenas de la Universidad del Magdalena. La última fase, puede hacerse en compañía de los mismos estudiantes indígenas como profesores de la experiencia.

Luego de un análisis de viabilidad, el CETEP concluye que debía definirse un alcance realizable en el marco de las actividades del diplomado, puesto que es un proyecto ambicioso que requeriría de varios ciclos de iteración para que estuviera lo suficientemente maduro. Por lo tanto, se concertó con la docente un producto mínimo viable donde, se seleccione inicialmente una lengua sobre la que se desarrolle el tema. Se establecen cuatro productos audiovisuales en la primera etapa: un video introductorio y una serie de tres videos en forma de tutorial de la lengua elegida. Por último, la realización de un blog para condensar en él los videos, análisis, literatura y enseñanza de la lengua.

Al tener una ruta de acción clara, se procede a realizar el trabajo colaborativo con la docente, con base en la metodología sugerida en los cursos del diplomado para el proceso de co-creación con el CETEP. Se diseñan los guiones para los cuatro videos, se realizan las grabaciones con la docente y una estudiante indígena perteneciente a la asociación quien será la encargada de enseñar su propia lengua en los video tutoriales. Seguidamente, se procede al montaje de los videos, se diseñan los gráficos que serán incorporados para darle mayor impacto educativo y, posteriormente, se diseña e implementa el blog en cuyo inicio aparece el video de saludo y contextualización por parte de la docente tal como se muestra en la Fig. 1, también puede ser consultado a través del enlace: http://cetep.unimagdalena.edu.co/blogs/multiglosacaribe/. De igual forma, puede notarse que el blog incorpora un apartado donde se encuentran los tres video tutoriales de la lengua escogida: Wuayuunaiki[10].

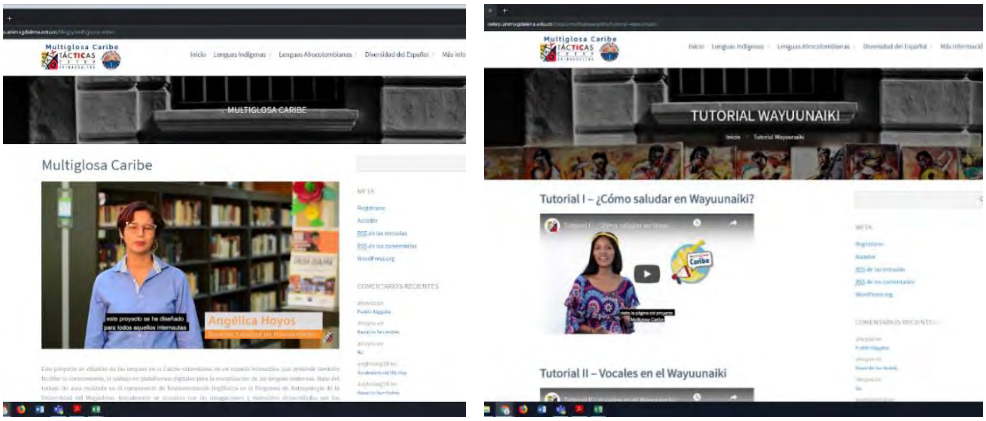



**Fig. 1.** Blog Multiglosa Caribe.

Tal como se evidencia en la Fig. 3, el número de visitas a estos videos es uno de los más altos del canal de Youtube del CETEP.

**Fig. 2.** Número de visitas de los videos de Multiglosa Caribe

Haciendo un análisis más detallado de las estadísticas de interacción del video (ver Fig. 4) Tutorial I - ¿Cómo saludar en Wayuunaiki?, podemos observar que el video tiene una retención de audiencia del 71% y la actividad en tiempo real medida en las últimas 48 horas es de 70 visualizaciones, que sigue sumando a las más de 5.300 visitas totales que tiene actualmente el video. Además, al revisar la fuente de tráfico principal, vemos que el 52,2% viene de videos sugeridos por Youtube, de lo cual podemos inferir que el título, la imagen inicial del video generan un alto interés para usuarios de la plataforma.

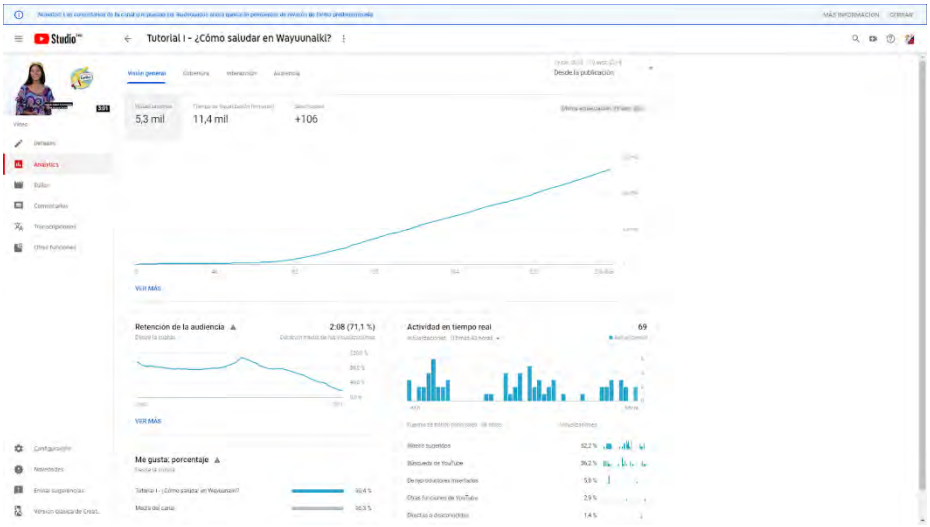



**Fig. 3.** Estadísticas del video Tutorial I - ¿Cómo saludar en Wayuunaiki?

## 5. Escalabilidad

La acogida que ha recibido el OVA[11] lo ha convertido en uno de los proyectos bandera del CETEP y de la ORALOTECA al interior de Unimagdalena. En este momento se está estudiando la posibilidad de escalar el proyecto, acudiendo a fondos de financiación interno como FONCIENCIAS y externos como la convocatoria bienal de COLCIENCIAS, teniendo en cuenta el potencial de riqueza cultural que puede significar para la región.

Una de las metas previstas, es involucrar en mayor medida a las comunidades para que sean ellas mismas quienes nutran y administren los contenidos e interacciones dentro de la plataforma de Multiglosa Caribe.

## 6. Conclusiones

- Las iniciativas de innovación académica pueden ser escaladas desde propuestas sencillas, hasta proyectos de investigación complejos, lo cual puede ser una excelente estrategia para generar producción académica y generar mayores impactos.
- La preservación de lenguas autóctonas ha tomado relevancia en los países de latinoamérica y gracias a la incorporación de las TIC se espera que este tipo de iniciativas tengan mayor difusión.
- Los líderes de las comunidades se han interesado en el proyecto como mecanismo de difusión de sus saberes locales, hay también un marcado

- interés por los temas de la lengua a partir del uso de las tecnologías lo cual da cuenta de la pertinencia de seguir alimentando el proyecto.
- La revitalización de las lenguas ha sido tema y motivo de interés de los proyectos de investigación de los estudiantes a partir del blog Multiglosa Caribe.
- La incorporación de TIC en la asignatura antropología lingüística, permitió que los estudiantes asimilen la importancia de las lenguas nativas y se impliquen en la preservación de estas, así como fortalece la identidad de los estudiantes indígenas en un contexto académico.
- Estas actividades pueden ser aplicadas a otras asignaturas, para abordar temáticas extensas optimizando el tiempo y potenciando el trabajo autónomo de los estudiantes.
- El proyecto Multiglosa Caribe, enriqueció el ambiente académico y continúa siendo enriquecido por estudiantes y docentes, generando una cultura de cocreación e innovación educativa.

## 7. Referencias


1. Villegas E, Aguas R, Buelvas K (2017) COACH-TIC : Propuesta de formación de docentes universitarios en uso creativo de las TIC en la enseñanza. In: XVIII ENCUENTRO VIRTUAL EDUCA 2017
2. Joyce B, Showers B (1982) The coaching of teaching. Educ Leadersh 40:4-8,10
3. Dym CL, Agogino AM, Eris O, et al (2005) Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning. J Eng Educ 94:103–120. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2005.tb00832.x
4. Enrique R, María H, Antonio B, et al (2004) ¿ QUÉ HACEMOS CON LA CASTILLA ? La enseñanza del español como segunda lengua. Rev Mex Investig Educ 9:83–107
5. Ovares Barquero S, Rojas C (2008) La enseñanza de las lenguas indígenas en Costa Rica. Letras 1:11–21
6. López FA (2016) La accesibilidad en evoluación: La adaptación persona-entorno y su aplicación al medio residencial en España y Europa. Universitar Autònoma de Barcelona
7. UNESCO (2003) Temario abierto sobre Educación Inclusiva
8. Cardenas A (2015) Enfoque diferencial y discapacidad. Bogotá
9. Beaven Cecilia Garrido TY (2000) Tita Beaven y Cecilia Garrido EL ESPAÑOL TUYO, EL MIÓ, EL DE AQUEL... ¿CUÁL PARA NUESTROS ESTUDIANTES? 181–190
10. Álvarez J (2011) Vocalic mora augmentation in the morphology of guajiro/wayuunaiki. Ling Am 11:
11. Callejas M, Herández E, Pinzón J (2011) Objetos de aprendizaje, un estado del arte. Entramado 7:176–189

# Modelo de interacción de personas con discapacidad auditiva orientado al desarrollo de software accesible

Laura Teresa Vázquez Córdoba, Juan Carlos Pérez Arriaga,
Gerardo Contreras Vega, Carlos Alberto Ochoa Rivera,
Alma de los Ángeles Cruz Juárez

Maestría en Sistemas Interactivos Centrados en el Usuario
Universidad Veracruzana (México)
zs17000721@estudiantes.uv.mx, juaperez@uv.mx,
gcontreras@uv.mx, cochoa@uv.mx, acruz@uv.mx

**Resumen.** Debido a la creciente diversidad de usuarios derivado del aumento y facilidad de acceso a la tecnología, surge la necesidad de crear productos interactivos que puedan ser usados por la mayor cantidad de usuarios, dentro de los cuales se encuentran aquellos que presentan alguna discapacidad. Para los usuarios con discapacidad auditiva, la adquisición del lenguaje presenta diferencias con respecto a las personas oyentes, una persona oyente generalmente asocia la lectura y escritura con el sonido que emiten las palabras, lo que para las personas con discapacidad auditiva es una limitante dada la ausencia de conocimientos fonológicos que les permitan asociar el lenguaje oral y escrito; por lo tanto, el diseño de aplicaciones dirigidas a este grupo de usuarios debe incluir elementos adecuados a sus habilidades lingüísticas. Las contribuciones del presente trabajo son un modelo de interacción de personas con discapacidad auditiva que permita el diseño de aplicaciones accesibles, tomando como base las características de este grupo de usuarios, el contexto, sus habilidades lingüísticas y las pautas de accesibilidad existentes que apoyen la manera en que alcanzan sus objetivos. Dicho modelo se usa como base para el diseño del prototipo de la plataforma de registro de aspirantes de la Universidad Veracruzana. Además, se incluyen los resultados obtenidos tras la evaluación de dicho prototipo con usuarios expertos y usuarios con discapacidad auditiva.

**Palabras clave:** Interacción Humano-Computadora, Diseño de interacción, Accesibilidad, Usabilidad, Diseño Centrado en el Usuario, Discapacidad auditiva.

## 1. Introducción

La Interacción Humano-Computadora se refiere al diseño de productos interactivos que apoyan la manera en que las personas se comunican e interactúan en su vida diaria [1], un modelo de interacción según [2], apoya la manera en que los usuarios alcanzan sus objetivos, plasmando la manera en que comprenden y realizan sus tareas en la vida real relacionando dichos objetivos y tareas del usuario en un contexto de uso específico

y para un grupo de usuarios específicos en términos de reglas, principios y propiedades que guían el diseño de una interfaz.

Para las personas con discapacidad auditiva el acceso a la información puede ser un desafío como lo indica [3], la Web ofrece opciones multimedia para un mejor acceso al contenido; sin embargo, el diseño no siempre es accesible, ya que este grupo de usuarios utiliza la Web de manera efectiva cuando los contenidos ofrecen transcripción o subtítulos, reproductores multimedia que puedan ser manipulados por el usuario, la presentación de la información textual de manera simple, entre otras opciones.

A lo anterior se suma que las personas con discapacidad generalmente son pasadas por alto o no tomadas en cuenta durante diseño y desarrollo de soluciones de software ya que representan una mayor inversión de tiempo, grupos de desarrollo multidisciplinarios al tener la necesidad de incluir personal experto y finalmente un aumento en los costos. De acuerdo con [4] las personas con discapacidad auditiva presentan mayores problemas de acceso a la información dado que la mayoría de los recursos web se basan en texto, esto representa una barrera para los usuarios que presentan habilidades limitadas de lectura.

## 2. Trabajos relacionados

Los trabajos relacionados sobre los que se basa esta investigación son aquellos que se enfocan en modelos de diseño de interacción de usuarios con interfaces y sistemas interactivos. De acuerdo con [5] los modelos de diseño de IHC se pueden clasificar en dos puntos de vista: los que se abordan desde la estructura del sistema y se enfocan principalmente en los componentes de éste como son control de diálogo y la interfaz de la aplicación, así como aquellos que se abordan desde el punto de vista de diseño, que buscan analizar las características de reacción y tarea de los usuarios.

El modelo de Interacción instrumental [6] se basa en cómo naturalmente un usuario usa herramientas (o instrumentos) para manipular objetos de interés en una interfaz con ayuda de objetos físicos. El objetivo de los autores en este trabajo es ayudar a los diseñadores a tener una pauta sobre la manera más adecuada de diseñar una interfaz de usuario integrando las técnicas de interacción adecuadas al diseño de aplicaciones interactivas.

Los autores en [7] utilizan como base el modelo de interacción Interfaz Objeto-Acción (OAI, por sus siglas en inglés) para modelar a los usuarios. En esta propuesta se incluye las respuestas al usuario como resultado de la interacción con los objetos en la interfaz para mejorar la interacción con interfaces interactivas.

En [5] los autores toman el modelo GOMS (Objetivos, Operadores, Métodos, Reglas de Selección) para hacer una propuesta de modelo de interacción que permite completar el análisis de la información del rol que ejecuta el usuario para finalmente inferir los objetivos de acuerdo con su perfil y las acciones disponibles en el sistema; para ello utiliza herramientas de análisis UML que permiten realizar el modelado, comparación y análisis.

Finalmente, en [8] los autores usan técnicas de recopilación de información del usuario para diseñar una interfaz móvil usando el enfoque de diseño centrado en el usuario, generando un modelo conceptual con base en escenarios de uso, definiendo

objetivos de usabilidad y evaluando estos. Este modelo conceptual usa imágenes, lectura de labios, texto y lengua de señas para ayudar a los usuarios a comprender los contenidos.

# 3. Método

El método utilizado se compone de las siguientes actividades: entrevistas y pruebas con usuarios (análisis del contexto), los elementos de interacción con mayor aceptación por parte de los usuarios con discapacidad auditiva (Estado del arte) y finalmente el uso de guías de accesibilidad para el contenido web [9].

## 3.1. Contexto

El análisis del contexto se divide en dos partes, en la primera parte se realizaron entrevistas a dos estudiantes de preparatoria y tres adultos con discapacidad auditiva. Además, de un docente de educación especial de nivel preparatoria y una maestra en educación especial de un centro de atención múltiple, todos los participantes signantes de lengua de señas mexicana. En la segunda parte se realizó una prueba con usuarios utilizando portal de aspirantes de la Universidad Veracruzana, al finalizar se les aplicó un cuestionario para conocer su opinión con respecto al diseño de la interfaz web. En la tabla 1 se muestran las características de los participantes con discapacidad.

**Tabla 1.** Descripción de los participantes con discapacidad auditiva

| No. | Tipo | Estudios | Lengua Materna | Dominio del español |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Profunda | Preparatoria | LSM | 50-60% |
| 2 | Profunda | Preparatoria | LSM | 40% |
| 3 | Profunda | Preparatoria | LSM | 20% |
| 4 | Profunda | Preparatoria | LSM | 20% |
| 5 | Hipoacusia | Preparatoria | LSM, Español | 85% Oralizado* |
| 6 | Moderada | Preparatoria | LSM | 50% |
| 7 | Profunda | Preparatoria | LSM | 40-50% |
| 8 | Moderada | Preparatoria | LSM | 25% |
| 9 | Moderada | Preparatoria | LSM | 80% |
| 10 | Profunda | Preparatoria | LSM | 50% |
| 11 | Grave | Preparatoria | LSM | 50% |
| 12 | Profunda | Preparatoria | LSM | 40% |
| 13 | Profunda | Preparatoria | LSM | 40% |

*Sometido a terapia de lenguaje.

Las limitaciones indicadas por los participantes con el lenguaje escrito fueron principalmente la estructura de las oraciones y existencia de palabras complejas, esto se refiere a palabras que no tienen un significado directo en lengua de señas y para las cuales requieren del apoyo de imágenes, vídeos y de otras personas para descifrar el significado.

Los participantes respondieron un breve cuestionario en el cual se les pidió indicar que tan difícil fue usar el portal, la mayoría expreso una dificultad de uso media; en cuanto a la información textual e instrucciones la dificultad indicada fue de media a difícil, además el 100% de los participantes expresaron necesitar ayuda de un intérprete

para usar el portal, así como la existencia de palabras complejas e imágenes no descriptivas.

### 3.2. Guías de accesibilidad para el contenido web

En cumplimiento con [9], se toma como referencia los principios: 'Comprensible' y 'Perceptible'. El principio 'Comprensible', dentro de dicho principio se encuentra la pauta 'Legible' que incluye a su vez el Criterio 3.1.5 Nivel de lectura (Nivel de conformidad AAA), que explica cómo realizar contenido web textual simplificado, que además considera la dificultad del texto, medida en función del nivel de educación mínimo requerido para entender o comprender el texto (también llamado legibilidad).

El principio 'Perceptible', incluye la pauta 1.2 Medios basados en tiempo, así como el criterio de éxito 1.2.6 Lenguaje de señas (pregrabado) con un Nivel de conformidad AAA, su objetivo es brindar una alternativa en el primer idioma de las personas con discapacidad auditiva, dado que la lengua de señas brinda información adicional como entonación y emoción que no se puede interpretar de igual manera en el texto o subtítulos.

Las técnicas suficientes usadas como referencia de acuerdo con [9] fueron: G153: Facilitando la lectura del texto, G54: Incluyendo un intérprete de lenguaje de señas en el flujo de video y G160: Proporcionar versiones en lengua de señas de información, ideas y procesos que deben entenderse para usar el contenido.

## 4. Propuesta de solución

Se identifican cuatro aspectos base para definir el diseño de interacción de personas con discapacidad auditiva: contexto de uso, actividades a realizar por el usuario, características del usuario y elementos de la interfaz. La relación descrita anteriormente se modela de manera general a través de UML en la fig.1.

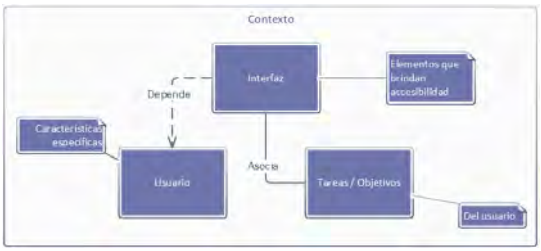



**Fig. 1.** Relación general de los elementos del modelo de interacción propuesto.

Los elementos principales para describir el perfil de las personas con discapacidad auditiva con la tecnología son sus habilidades de lectoescritura (ver fig. 2), por lo cual la lengua materna asociada al momento de adquisición de la discapacidad juega un rol importante para determinar la competencia lingüística del usuario, de esta dependerán sus habilidades de lectoescritura las cuales dependerán a su vez del grado de pérdida auditiva [10] [4].

Los elementos por implementar en el diseño de la interfaz se describen en la definición 'Interfaz', el cual destaca el diseño de presentación que incluye especialmente los elementos de accesibilidad definidos por [9].

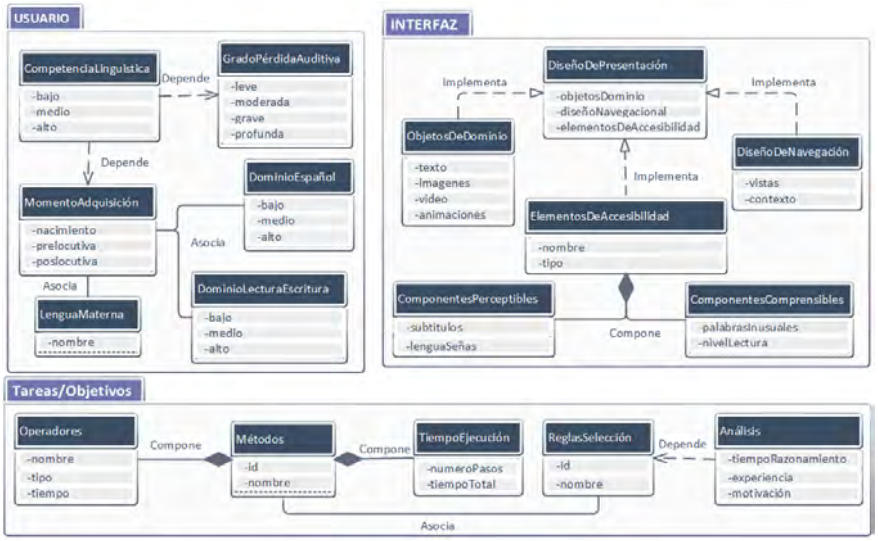



**Fig. 2.** Modelo conceptual: Características del usuario, elementos de diseño accesible y elementos de interacción de Tareas/objetivos de usuario con discapacidad auditiva.

Finalmente, basado en los elementos del modelo GOMS [11] se definen los elementos a considerar al momento de realizar el modelado de las 'Tareas/Objetivos' (ver fig. 2) que el usuario desea alcanzar, estas se traducen en métodos que a su vez se componen por un conjunto de operadores y un tiempo de ejecución asociado a estos. Los métodos se asocian a una serie de reglas de selección en caso de que exista más de una manera de alcanzar un objetivo, estos serán elegidos por el usuario dependiendo de su análisis previo resultado de su experiencia. El resultado de dicho análisis busca mejorar la interacción del usuario con el diseño final.

## 5. Caso de estudio

Como caso de estudio se diseñó la plataforma accesible de registro de aspirantes a licenciatura de la universidad veracruzana dirigida a personas con discapacidad auditiva; siguiendo el proceso de diseño centrado en el usuario, en la etapa 'Entender y especificar el contexto de uso' se definió el perfil de usuario tomando los elementos del modelo de 'Usuario'. En la etapa 'Especificar requisitos del usuario' se realizó un análisis de tareas del usuario en el caso de estudio. En la etapa 'Producir soluciones de diseño' se diseñó la interfaz con base en los elementos del modelo de 'Interfaz' y finalmente en la etapa 'Evaluar el diseño' se evaluó el caso de estudio con usuarios finales y usuarios expertos.

## 5.1. Diseño

Para el diseño del prototipo se realiza una evaluación de la información textual utilizando una herramienta web gratuita de evaluación de legibilidad lingüística [12], el cual se trata de un script desarrollado en Python que implementa las fórmulas para realizar el análisis de legibilidad del texto.

Las tareas del usuario se modelan utilizando la técnica NGOMSL [13] para identificar valores de interés durante el diseño, como son el tiempo de ejecución y de aprendizaje.

El diseño de navegación del prototipo se realiza utilizando la metodología [14] para el diseño de aplicaciones interactivas. Además, en esta etapa se implementan los elementos de accesibilidad definidos en el modelo de 'Interfaz'. En cumplimiento del criterio de éxito Lengua de señas pregrabado, se realizó un guion con la información obtenida de la plataforma actual para la realización de los videos en Lengua de Señas Mexicana, siguiendo las especificaciones y recomendaciones de [15].

## 5.2. Evaluación y Resultados

La etapa de evaluar el diseño frente a los requisitos se realizó en dos etapas: la primera etapa se evaluaron los componentes comprensibles, perceptibles, diseño y propuesta de solución con usuarios expertos. En la segunda etapa se evaluó el caso de estudio con usuarios finales.

Al término de cada evaluación se realizó un cuestionario el cual fue construido tomando como base los cuestionarios WAMMI (de análisis de sitio web e inventario de medición) de experiencia de usuario para la Web [16] y QUIS cuestionario de satisfacción de interfaz de usuario adaptada para evaluar sitios web [17]. Para la evaluación del caso de estudio se utilizó un cuestionario construido tomando como base los principios heurísticos para la Web de Instone [18].

### 5.2.1. Evaluación de caso de estudio con usuarios expertos

La evaluación de los componentes comprensibles se realizó con un docente de español de estudiantes con discapacidad auditiva, quien verificó la distribución de la información textual, dando una serie de recomendaciones como evitar el uso de palabras complejas, verificar la longitud de los párrafos y las listas de instrucciones.

La evaluación de los componentes perceptibles (material en video) fue realizada con un docente de educación especial signante de lengua de señas mexicana, quien verificó la claridad del objetivo expresado, el tamaño adecuado con relación al diseño de las pantallas, la velocidad y correcta ejecución por parte del intérprete, así como la iluminación y distancia adecuada de la cámara para mostrar correctamente al interprete. Recomendó incluir un resumen de la información presentada en pantalla, así como incluir subtítulos en el video.

El diseño del prototipo fue evaluado por una experta en usabilidad de la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador que ha realizado investigación sobre diseño de contenidos multimedia para usuarios con discapacidad auditiva. Sus principales recomendaciones fueron incluir pausas de retroalimentación en la información en video con el fin de verificar el correcto entendimiento de las instrucciones, ya que indica que

al ser personas principalmente gráficas requieren de elementos visuales que les permitan mantener la atención y ayuden a comprender la información.

La evaluación del modelo de interacción se realizó con el apoyo de una experta de la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador y dos expertos de la Universidad de Alcalá durante una estancia de investigación realizada en España. Las recomendaciones más relevantes fueron hacer énfasis en la edad del usuario para determinar más a detalle características como: habilidades de lectoescritura, diseño de elementos visuales y uso del color en diseño de interfaz. Además, proponen una mejora del modelo haciendo uso de lenguajes formales que extiendan el uso de características del esquema tipo 'Person' definido por [19] para diseñar recursos digitales adecuados al nivel de entendimiento de los usuarios enlazándola al contexto de la Web semántica.

### 5.2.2. Evaluación de caso de estudio con usuarios finales

Para esta evaluación se utilizó una segunda versión del prototipo, además del apoyo de un intérprete de lengua de señas y dos observadores. Los participantes fueron nueve estudiantes con discapacidad auditiva que se preparan en el idioma español.

Durante la ejecución de la evaluación se informa a los participantes con apoyo del intérprete el objetivo de la prueba y las actividades a realizar, al mismo tiempo se registra la información del desempeño de los participantes y los resultados del cuestionario de opinión utilizando una escala Likert de cinco puntos donde un valor de uno indicó ‘Muy en desacuerdo’ y un valor de cinco indicó ‘Muy de acuerdo’. Los participantes mostraron preferencia por el uso de video ya que les permitió entender la información. En cuanto a la estructura y presentación de la información textual expresaron estar mayormente de acuerdo en el diseño de los mensajes informativos, las palabras y la presentación en los módulos que incluyeron video de apoyo. Los resultados obtenidos se describen en la tabla 2.

**Tabla 2.** Resultados de cuestionario de opinión

| Item. | Muy en Desacuerdo | En Desacuerdo | Neutro | De Acuerdo | Muy de Acuerdo |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0% | 11% | 22% | 56% | 11% |
| 2 | 11% | 11% | 22% | 56% | 0% |
| 3 | 0% | 11% | 34% | 33% | 22% |

## 6. Conclusiones y Trabajo futuro

Durante las diferentes etapas de evaluación de la propuesta de solución y el caso de estudio se identifican aspectos que pueden mejorar la definición del modelo de interacción y como resultado el diseño final de los cuales se destaca el incluir en la definición de 'Usuario', elementos como la edad y entorno social. Por otro lado el modificar la propuesta para incluir elementos existentes para la creación de recursos digitales basados en schema.org [19]. Finalmente, realizar una nueva versión de prototipo con la nueva versión de modelo de interacción y verificar la efectividad del diseño propuesto a través de pruebas con una muestra representativa de usuarios finales.

## 7. Agradecimientos

A la Asociación DIES (Difusión, Inclusión y Educación del Sordo) A.C. y al grupo de español del programa UNIDIES, expertos en México, España y Ecuador, docentes de educación especial y estudiantes con discapacidad auditiva por su valiosa contribución al presente trabajo. Así como a la Universidad Veracruzana y a CONACYT por la beca No. 629918, para la realización de estudios de postgrado.

## 8. Referencias

[1] J. a. R. Y. a. S. H. Preece, Interaction design: beyond human-computer interaction, John Wiley & Sons, 2015.

[2] M. E. T. J. F. M. D. R. J. A. S. L. A. Castro, «Interacción Humano-Computadora,» de *La Computación en México por especialidades académicas*, Academia Mexicana de Computación (AMEXCOMP), 2017, pp. 195-231.

[3] J. B. Hadi Abou-Zahra, «Diverse Abilities and Barriers,» 2017. [En línea]. Available: https://www.w3.org/WAI/people-use-web/abilities-barriers/.

[4] S. S. a. O. T. Jensen, «Optimizing web-accessibility for deaf people and the hearing impaired utilizing a sign language dictionary embedded in a browser,» *Cognition, Technology & Work,* pp. 717--731, 2016.

[5] X. a. Z. C. a. H. W. Zhao, «Smart home power management system design based on human-computer interaction model,» de *Computer Science and Network Technology (ICCSNT), 2013 3rd International Conference on*, 2013.

[6] M. Beaudouin-Lafon, «Instrumental interaction: an interaction model for designing post-WIMP user interfaces,» de *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*, 2000.

[7] U. a. N. I. A. a. A. M. W. a. B. M. A. Rashid, «Designing interactions using OAI model: A new interface modeling paradigm,» de *Emerging Technologies, 2009. ICET 2009. International Conference on*, 2009.

[8] V. A. a. D. P. Lestari, «Designing interaction for deaf youths by using user-centered design approach,» *Concepts, Theory And Application (ICAICTA), 2016 International Conference On,* 2016.

[9] I. d. A. W. W3C, «Techniques for WCAG 2.1,» 2019. [En línea]. Available: https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Techniques/.

[10] N. B. García, «La lectoescritura en las personas sordas,» *Educación y biblioteca, Asociación Educación y Bibliotecas,* pp. 69-77, 2003.

[11] B. E. a. K. D. E. John, «The GOMS family of user interface analysis techniques: Comparison and contrast,» *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI),* pp. 320--351, 1996.

[12] «Analizador de legibilidad de texto,» 2018. [En línea]. Available: https://legible.es/.

[13] D. E. Kieras, «GOMS modeling of user interfaces using NGOMSL,» de *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 1994.

[14] D. a. R. G. a. B. S. D. J. Schwabe, «Systematic Hypermedia Application Design with OOHDM,» de *Proceedings of the the Seventh ACM Conference on Hypertext*, 1996.

[15] W. C. A. G. 2. W3C, «G54,» 2019. [En línea]. Available: https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Techniques/general/G54.

[16] WAMMI, «WAMMI Questionnaire,» 2016. [En línea]. Available: http://www.wammi.com/questionnaire.html.

[17] J. P. a. D. V. A. a. N. K. L. Chin, «Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface,» de *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 1988.

[18] M. P. a. P. A. a. L. J. González, «Evaluación heurística,» *(2001). Introducción a la Interacción Persona-Ordenador. AIPO: Asociación Interacción Persona-Ordenador,* 2001.

[19] «Organization of Schemas,» 2019. [En línea]. Available: https://schema.org/.

# OWA como extensión de Google Chrome para análisis de accesibilidad de sitios web

Cristian Timbi-Sisalima[1,2,3], Galo Guartatanga[1,2,4]

[1]Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia
[2]Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)
[3]ctimbi@ups.edu.ec, [4]galo.guartatanga@gmail.com

**Resumen.** En la actualidad existen diferentes estándares y normativas a nivel internacional que guían y en algunos países obligan el desarrollo accesible de sitios web, con el fin de que personas con y sin discapacidad se puedan servir de estos de una mejor manera. Es así como en apoyo al cumplimiento de estas normativas se han creado ya desde hace varios años una gran cantidad de herramientas de evaluación de accesibilidad de contenido web, destacándose las herramientas de evaluación en línea como extensiones de navegador. Este articulo presenta el desarrollo de una herramienta de este tipo, como un plugin del navegador web Google Chrome, como un complemento al sistema de análisis de accesibilidad web OWA de la Universidad Politécnica Salesiana.

**Palabras clave:** Accesibilidad web. Herramientas de evaluación de accesibilidad. Discapacidad. Plugin de navegador web.

## 1. Introducción

La accesibilidad web es la condición que debe cumplir un sistema, página o sitio web para que sea comprensible, utilizable y funcional para todas las personas, incluidos los usuarios con discapacidad. Por lo tanto, es muy importante que los desarrolladores de sitios web tengan en cuenta que sus productos desarrollados deban ser accesibles. Existen diferentes estándares que establecen los requisitos que debe cumplir un contenido web accesible. El más conocido y aplicado es el estándar titulado "Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web" (WCAG 2.0), aprobado en 2008 por el World Wide Web Consortium (W3C) [1], el mismo que se convirtió en norma ISO en el año 2012 [2], Y a partir de junio de 2018 se ha actualizado a la versión WCAG 2.1. [3]

Para verificar el cumplimiento de dichos requisitos de accesibilidad de un contenido web, un desarrollador y/o un evaluador se apoya de herramientas de evaluación automáticas. Existen muchos tipos de estas herramientas de evaluación de accesibilidad [4]. Las más utilizadas son las herramientas en línea que ofrecen un formulario web donde el usuario puede ingresar la URL de la pagina web a validar, tras lo que se realiza un análisis automático basado en la verificación de un conjunto de casos de prueba, en busca de posibles problemas de accesibilidad, para finalmente presentar un reporte generalmente en formato HTML con el detalle de los fallos detectados. Así también se destacan las herramientas tipo Extensión de Navegador o también conocidos como Plug-ins, que con un solo clic evalúan la pagina web en ese

momento explorada, y resaltan el fallo detectado sobre la misma interfaz de la pagina web explorada, lo que facilita al evaluador identificar visualmente el elemento sobre el que se tiene que corregir el fallo o descartarlo en caso de un falso positivo.

De estas herramientas de Extensión de Navegador son pocas las existentes a diferencia de las de formulario web, destacándose Axe [5], Wave [6], a11yTools [7].

El proceso de evaluación de accesibilidad de contenidos web, tal como lo definen estándares de la W3C como el WCAG 2.1, WCAG 2.0 y otros trabajos como WCAG-EM, hace que sea necesario apoyarse de varias herramientas de evaluación que posibiliten agilitar la evaluación y mejorar la confiabilidad de los resultados. En un estudio realizado, de 18 herramientas de evaluación de accesibilidad parte del estudio, solo 1 alcanzó a detectar el 40% de un total de 127 diferentes errores en una página web, y junto con otras 3 se cubrió el 80% [8], lo que revela también que las herramientas tienen diferentes coberturas de pautas y criterios de validación, siendo importante la potencialización de dichas herramientas, asi como el uso de varias de ellas para obtener un resultado más acertado.

Es en este contexto que sobre la herramienta de evaluación de accesibilidad OWA [9] se ha considerado extender su funcionalidad por medio de un plug-in para Google Chrome, trabajo presentado en la sección 3. En la sección 2 se presenta brevemente las funcionalidades de OWA.

## 2. OWA Herramienta de evaluación de Accesibilidad

El Observatorio de Accesibilidad Web de la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador, ha venido trabajando ya por algunos años en una herramienta de evaluación de accesibilidad, a la que la ha denominado OWA (http://observatorioweb.ups.edu.ec), herramienta que posibilita el análisis y evaluación por medio de la especificación de la URL de la página a evaluar a través de un formulario web. Así también expone la funcionalidad de análisis por medio de una API Rest.

OWA implementa sus reglas de análisis por medio de casos de prueba basado en el cumplimiento de criterios y técnicas del WCAG 2.0. A la fecha implementa 88 casos de prueba entre automáticos y semi-automáticos.

En relación con la API Rest OWA, los servicios web existentes se describen en la Tabla 1, a mayor detalle se los puede conocer en la documentación referida en https://app.swaggerhub.com/apis-docs/ctimbi/owa/1.0.0

**Tabla 1**. Servicios del API Rest OWA .

| Tipo | Servicio | Descripción |
|---|---|---|
| GET | /analisis | Servicio para una evaluación de accesibilidad de una pagina web, basada en casos de prueba relacionados a pautas y criterios de éxito del WCAG 2.0 |
| POST | /login | Servicio para identificación de un usuario/cliente por medio de la validación de sus credenciales, retornando el API Key asociado, utilizado como Token de acceso y autorización para las solicitudes del servicio de análisis. |

| | | |
|---|---|---|
| POST | /confirm | Servicio para confirmación/validación manual de casos de prueba que no han podido ser detectados automáticamente o de los que no se una completa certeza de ser un fallo. |

# 3. OWA como Extensión de Google Chrome

Un plug-in o extensión en un navegador, es un complemento de software que añade una funcionalidad extra al navegador, con el objetivo de facilitar al usuario utilizar un recurso adicional dentro del navegador y con el contenido explorado, permitiendo una interacción en línea entre dicho contenido y el programa que viene por detrás del plug-in [10].

Es entonces que se ha considerado extender la funcionalidad del analizador OWA, por medio de una extensión a Google Chrome, en la que a más de realizar una evaluación automática de la página web, el usuario pueda interactuar con el analizador y el contenido web explorado.

## 3.1. Arquitectura

El plug-in se desarrolló como un cliente del motor de OWA, cliente que por medio del consumo de los servicios web del API Rest OWA (tabla 1), posibilita la interacción del plug-in como una aplicación web.

A nivel de extensión de Google Chrome, el plug-in desarrollado se estructuró por varios archivos HTML como capa de presentación y varios archivos JS como capa de negocio y cliente del API Rest OWA. En su lugar como arquitectura general el plug-in se contextualiza como un cliente web del motor de evaluación, como se puede apreciar en la figura 1.

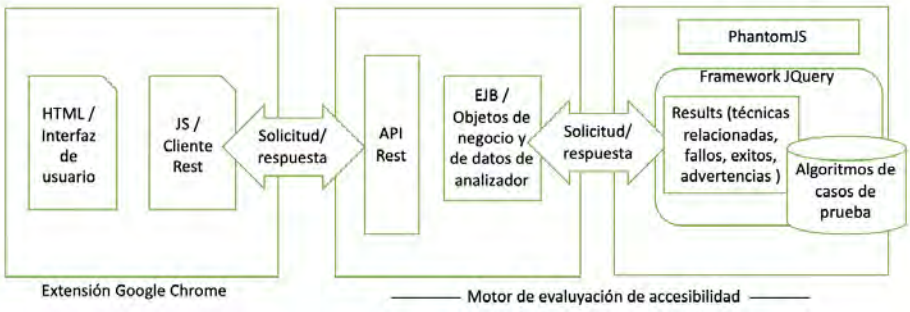



**Fig. 1.** Arquitectura de OWA considerando la extensión del Google Chrome para análisis de accesibilidad.

## 3.2. Desarrollo

El desarrollo del plug-in requirió de conocimientos básicos de HTML, CSS y JS, así como la familiarización en el manejo de herramientas de desarrollo. Entre las

herramientas utilizadas se consideró: ReactJS como framework motor de JS y IDE Visual Studio Code, como IDE para desarrollo web.

El desarrollo del plug-in consistió en la creación de una página HTML como interfaz del usuario y un archivo JS como cliente REST del API y control dinámico de los contenidos a presentarse en la interfaz, tal como se muestra en la arquitectura Figura 1. Convirtiéndose en una aplicación cliente, la cual luego sería empaquetada como extensión o plug-in para Chrome, la que posterior se publicaría siguiendo los siguientes pasos:

1. Crear el archivo de configuración, con los parámetros de descripción (metadatos) y de inicialización del plug-in, con un ejemplo similar al de la figura 2.

```
{
  "manifest_version": 2,
  "name": "OWA",
  "version": "1.0",
  "description": "Observatorio de accesibilidad web",
  "devtools_page": "devtools.html",
  "background": {
    "scripts": ["background.js"],
    "persistent": false
  },

  "browser_action": {
    "default_icon": "icon_128.png"
  },

  "web_accessible_resources": ["background.js"],

  "icons": {
    "16": "icon_16.png",
    "48": "icon_48.png",
    "128": "icon_128.png"
  },
  "permissions": ["activeTab", "background"]
}
```

**Fig 2.** Contenido de archivo mainfest.json de configuración de plug-in

2. Depuración del plug-in en el navegador previo a su publicación, para lo cual habilitando el modo desarrollador se puede cargar la extensión desarrollada, desde el menú del navegador ≡ > Herramientas > Extensiones.
3. Generar archivo del proyecto en formato .crx
4. Comprimir la aplicación.
5. Subir la aplicación a la tienda de Google Chrome, utilizando una cuenta de desarrollador verificada.
6. Completar formulario de publicación junto con las imágenes promocionales y de identificación.
7. Publicar y mantener actualizado el plug-in en la tienda de Google Chrome.

En el desarrollo del plug-in el principal inconveniente fue al momento de la validación por el equipo de Google dado que se detectaba al archivo JS como código malicioso dado la manipulación del DOM en la página web analizada, por la funcionalidad de ubicación y resaltado de un determinado elemento web como hallazgo de una falla de accesibilidad. Siendo la solución el registrar el archivo JS en la especificación de configuración del plug-in a más de otorgarle los permisos necesarios de ejecución.

### 3.3. Funcionalidades

Desarrollado el plug-in se obtuvo una nueva herramienta de evaluación de accesibilidad que tiene entre sus funcionalidades:

- Autentificarse en la herramienta de evaluación de accesibilidad OWA, para llevar un histórico de los análisis realizados.
- Analizar la accesibilidad de la pagina web explorada en el navegador, sea como un usuario anónimo o con un usuario registrado.
- Conocer los hallazgos de la evaluación, agrupados por errores, éxitos y advertencias de posibles errores que requieren una verificación manual.
- Conocer información detallada de cada hallazgo, identificando del mismo: una descripción del caso de prueba, los criterios de éxito y técnicas relacionadas, una descripción del error cometido, el número de fallos, el código HTML y el selector CSS de el o los elementos comprometidos.
- Ubicar visualmente el elemento afectado sobre la página web, por medio de una modificación visual sobre el elemento.

Funcionalidades posibles de apreciar en las figuras 3 y 4.

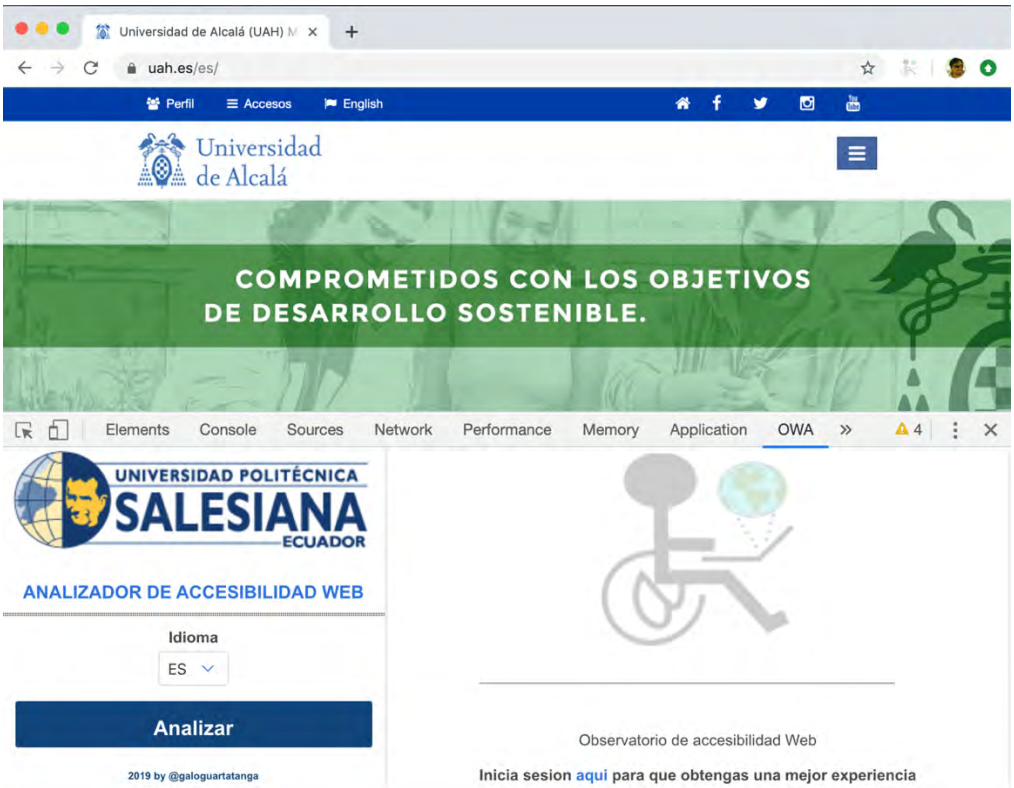



**Fig. 2.** Captura de pantalla de interfaz principal de OWA como extensión de Google Chrome. Funciones: iniciar sesión y analizar.

**Fig. 3.** Captura de pantalla de datos resultantes de análisis. Funciones: Detección y ubicación de hallazgos.

## 4. Conclusiones

El proceso de evaluación de accesibilidad de un sitio web es complejo y en su fase de análisis automático requiere de más de una herramienta. Las herramientas de evaluación en línea tipo plug-in se destacan frente a las de formulario web, dado que facilitan una rápida identificación visual de los errores o hallazgos del resultado del análisis de accesibilidad sobre la propia página, facilitando la identificación de estos y detección de posibles falsos positivos resultado del análisis automático.

El plug-in desarrollado a diferencia de otros plug-ins existentes posibilita al usuario confirmar o rechazar un incidente o fallo de accesibilidad detectado, permitiendo obtener un mejor informe final y calificación de una determinada evaluación.

El desarrollo de un plug-in es sencillo, se basa básicamente en una aplicación HTML compuesta de una interfaz de usuario y una lógica de negocio en JS, empaquetada junto con unos archivos de configuración para su ejecución como una extensión de Chrome

## 5. Referencias

[1] Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. World Wide Web Consortium (2008). https://www.w3.org/TR/WCAG20/, Accedido en agosto, 2019

[2] ISO/IEC 40500:2012. Information technology -- W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. International Organization for Standardization (2012)

[3] Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. World Wide Web Consortium (2018). https://www.w3.org/TR/WCAG21/, Accedido en agosto, 2019

[4] Web Accessibility Evaluation Tools List. World Wide Web Consortium (2016). https://www.w3.org/WAI/ER/tools/, Accedido en septiembre, 2019

[5] axe: Accessibility for Development Teams (2019). https://www.deque.com/axe/, Accedido en septiembre de 2019.

[6] WAVE Browser Extensions (2018). http://wave.webaim.org/extension/, Accedido en septiembre 2019.

[7] a11yTools Extension for Safari macOS (2019). http://pauljadam.com/extension.html, Accedido en septiembre 2019.
[8] Website Accessibility Conformance Evaluation Methodology (WCAG-EM) 1.0 (2014). https://www.w3.org/TR/WCAG-EM/, Accedido en septiembre de 2019.
[9]. Rodríguez Rodríguez, R. E., & Escobar Ravelo, D. C. (2014). Integración de Plugin a un navegador web para análisis de vulnerabilidades en JavaScript (Bachelor's thesis)
[10] Timbi-Sisalima, C., Amor, C. I. M., Tortosa, S. O., Hilera, J. R., & Aguado-Delgado, J. (2016). Comparative analysis of online Web accessibility evaluation tools. 562-573.

# Evaluación formativa usando Plickers con universitarios de ingeniería: Una Estrategia práctica educativa

José Luis Castillo Sequera[1], José Manuel Gómez Pulido[1], Daniel A. Quinto Pazce[2]
Universidad de Alcalá, España[1], Universidad Nacional Mayor de San Marcos,Perú[2]
jluis.castillo@uah.es[1] , jose.gomez@uah.es[1] , dquintop@unmsm.edu.pe[2]

**Resumen.** La enseñanza tradicional se hace en clase transmitiendo información. Sin embargo, en el aula inversa se hace vía online. Por tanto, lo que en la enseñanza tradicional antes se hacía fuera, y sólo lo hacían una parte de los alumnos, ahora lo deben de hacer todos y a la vista del profesor en clase, apoyados de herramientas TIC. De esta forma, los alumnos se hacen responsables de su aprendizaje leyendo documentos, viendo videos y realizando los ejercicios que su profesor les plantea, esto permite que ya no sea necesario explicar todo, ganando tiempo en clases para realizar otras actividades, tales como resolución de problemas, casos, y ayudar a los alumnos con dificultades para resolverlos, para evaluarlo formativamente. Esta innovación permite mejorar la práctica educativa, siendo necesario un esfuerzo continuo del docente. En este trabajo, aplicamos este enfoque en el ámbito de la evaluación formativa, utilizando el Apps "Plickers" combinándolo con la metodología Flipped classroom y Just in time teaching en una unidad didáctica de asignaturas de ingeniería. Buscamos analizar las percepciones y valoraciones de los alumnos tras el uso de dichas estrategias. El objetivo es determinar si con esta innovación podemos formar mejor las competencias de aprendizaje en temas troncales básicos, y explorar si la interacción de esta estrategia favorece el aprendizaje. Se comprueba que los alumnos están más comprometidos con sus necesidades, lo que supone un enriquecimiento en su proceso formativo. Los resultados obtenidos nos demuestran que esta estrategia fomenta el aprendizaje, enriqueciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje, debido a que el modelo inverso logra mejores resultados de aprendizaje que el tradicional.

**Palabras clave:** Flipped Learning, Aula Inversa, Estrategias de Evaluación, TIC.

## 1. Introducción

Desde la llegada de las nuevas tecnologías en el aula, se ha empezado a poner en marcha diversos proyectos para innovar con la tecnología en los centros educativos, aunque muchas de estas iniciativas han carecido de una adecuada metodología que la soporte [9] [10]. Desde hace un tiempo, las redes sociales y las Apps disponibles en los móviles se han introducido en la sociedad, inicialmente en la vida de muchos jóvenes, y ahora cada vez más en la vida de las personas que antes eran ajenas a Internet. Es fácil ver ahora a una persona mayor usando Facebook, twitter, y usando diversas Apps del móvil.

Los servicios 2.0 disponibles con características son prácticamente todos los que forman lo que se denomina la Web 2.0, su centro de atención suele ser un objeto concreto, tal como vídeos, presentaciones, documentos, imágenes, etc. Todos ello, puede ser de gran utilidad en el ámbito educativo usando el concepto de aula invertida. Asimismo, desde hace un tiempo, existen Apps a disposición de los usuarios con servicios gratuitos orientados a la colaboración y comunicación. Hay aplicaciones que permiten crear, almacenar y compartir documentos de texto, hojas de cálculo y presentaciones en línea, y en la que se puede trabajar de manera simultánea y en tiempo

real entre usuarios. Por tanto, un documento puede compartirse con más personas a las que puede asignarles privilegios de escritura/lectura para actividades formativas.

En este trabajo, realizamos una perspectiva del modelo desde el punto de vista del alumno que estudia previamente las unidades de aprendizaje, trabajando en su propia evaluación formativa, todo ello apoyado en una metodología de aula inversa. Por ello, nos planteamos como hipótesis principal ¿cómo aplicamos ello en los alumnos universitarios, teniendo como objetivo el desarrollar una experiencia práctica piloto de Flipped Classroom [2] con aula invertida de apoyo educativo para evaluar formativamente a los alumnos de ingeniería en una Unidad de aprendizaje. Para abordar ello, planteamos algunos objetivos específicos como: observar la interacción entre los alumnos, la motivación que muestran al enfrentarse a una nueva forma de aprendizaje, el nuevo enfoque del uso de las Apps y el nivel de aprendizaje que se consigue con ello, El presente trabajo está dividido de la siguiente forma: en la sección 2 presentamos el potencial de las TIC aplicado a la educación, en la sección 3 describimos el problema y elegimos la Apps a utilizar, en la sección 4 comentamos la metodología aplicada, en la sección 5 los resultados obtenidos, y luego realizamos la discusión y conclusiones.

## 2. Potencial de las Tic en la educación usando aula invertida

El uso de las TIC Apps en el aula aporta algunas ventajas a nivel educativo, tales como:

- Proporcionan herramientas interactivas eficaces para la enseñanza y aprendizaje, ofreciendo un entorno online adecuado (foros, email, chat, mensajería electrónica…) que con una estrategia adecuada se pueden usar [3].
- Con una estrategia adecuada, el profesor puede incitar la autosuficiencia del alumno para que sea capaz de enfrentarse al continuo cambio; logrando que los alumnos sean competitivos adquiriendo nuevas habilidades [1].
- Los profesores y estudiantes toman conciencia de la identidad digital [5], siendo un campo potencial a explotar usando estrategias innovadoras.

Por todo ello, algunas posibles formas para utilizar estas herramientas son:

- Utilizar una estrategia de Flipped Classroom [2], basado en aula invertida en la impartición del conocimiento de una asignatura, para favorecer el diálogo y el intercambio de dudas. Usando todo su potencial, se puede crear objetos de aprendizaje disponibles para el alumno, para que el estudiante tome un papel más activo en su aprendizaje, siendo aconsejable crearlos metodológicamente.
- Realizar evaluaciones formativas, donde la interacción profesor-alumno o viceversa sea más claro y fiable, usando un sitio disponible seguro en la nube.
- Esta estrategia puede combinarse con aplicaciones Apps disponibles en móviles que permitan facilitar su uso en el alumnado universitario.

Por tanto, la clase se centra en el aprendizaje de los alumnos en lugar de la transmisión de información, de esta forma el profesor deja el frente de la clase, y se sitúa al lado de los alumnos para actuar como tutor que les ayuda a superar las dificultades que encuentren [1], el profesor se plantea como objetivos: ¿Qué quiero que los estudiantes comprendan, conozcan y sean capaces de hacer?, y puede plantear una evaluación: que permita responder la pregunta: ¿Cómo compruebo que han aprendido? Para ello, es necesario diseñar un conjunto de actividades que permitan responder: ¿Qué actividades de Aprendizaje facilitan dicho logro?

El enfoque de aula inversa parte del principio de que la información a estudiar se transmite a los alumnos fuera de clase por medios electrónicos pdfs, podcasts, vídeos. Los alumnos intentan comprenderla, toman notas, y responden a cuestionarios y realizan ejercicios. El tiempo de clase se aprovecha la preparación previa para realizar actividades y resolución de problemas. De esta forma, el profesor puede entonces ayudar a los alumnos a resolver sus dudas y dificultades centrándose en actividades de evaluación formativa. Usando Flipped classroom [2] se invierte donde se hace cada cosa, lo que en la enseñanza tradicional se hace en clase en el flipped se hace vía online. Mientras que lo que en la enseñanza tradicional antes se hacía fuera, y sólo lo hacían parte de los alumnos ahora lo hacen todos y a la vista del profesor en clase. Por tanto, la clase se centra en el aprendizaje de los alumnos en lugar de la transmisión de información. El profesor deja el frente de la clase, y se sitúa al lado de los alumnos para actuar como tutor que les ayuda a superar las dificultades que encuentren.

## 3. Descripción del problema y elección de la herramienta

Teniendo en cuenta los requisitos que hay que realizar en un Flipped Classroom, planteamos revisar los trabajos encomendados en clase y analizar si con la ayuda de una Apps adecuada, se permite adquirir las competencias básicas en temas de programación, estadística, y matemáticas discretas con universitarios. Aprender los principios de programación y adquirir las destrezas básicas que le permitan aprender a programar, así como adquirir competencias básicas de estadística, y de matemáticas. Planteamos paso a paso aplicar si la evaluación con esta estrategia permite realizar un seguimiento de las dificultades de los alumnos. El trabajo se centró en estudiar una muestra de alumnos universitarios de la Universidad de Alcalá en el área de ingeniería. Dicho tamaño de muestra estuvo distribuido en 4 grupos de laboratorio para las asignaturas denominadas: “Programación”, y “Estadística” en los grados académicos de Ingeniería Informática, Ingeniería de Computadores y Sistemas de Información. Dichas asignaturas fueron elegidas por ser representativas para dichos alumnos, con laboratorios y trabajos prácticos que permiten adquirir competencias básicas en su carrera. El tamaño de la muestra inicial fue de al menos 51 estudiantes cuyo perfil requería una buena formación tanto en matemáticas como en el uso de los ordenadores, y conocer algo la unidad didáctica a tratar.

Posteriormente, y con el fin de validar dicha experiencia práctica, repetimos el mismo proceso en otra universidad diferente, la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática en Escuela de Ingeniería de Sistemas y de Software aplicándolo en la asignatura de “Matemáticas Discretas”, con una muestra de 50 alumnos universitarios de dicha universidad. La muestra estuvo distribuida en 2 grupos de laboratorio de la asignatura. Por tanto, el total de la muestra fue de 101 alumnos con un perfil similar.

Las acciones realizadas se ciñeron a la utilización eficiente de la estrategia de evaluación formativa con la Apps a elegir en las prácticas de laboratorio. Los datos recabados permitieron descubrir de qué forma los estudiantes percibían la utilización de la herramienta, y si ésta pudo favorecer el aprendizaje formativo del temario de la asignatura en la unidad de aprendizaje estudiada. Por ello, valorando la potencialidad y funcionalidad de la herramienta utilizada, las preguntas de investigación que se analizó fue: ¿Es posible fomentar una evaluación formativa, como estrategia para empezar a

aprender a programar y realizar trabajos en equipo de matemáticas y estadística?, ¿puede ser de utilidad la herramienta llamada "Plickers"?.

Por ello, este trabajo, busca usar el aula invertida en la educación, en el ámbito formativo de evaluación, y previo a su realización se hizo una investigación de las distintas Apps disponibles, debido a que existen diversas aplicaciones con funcionalidades, e interacción de alumno-profesor de ámbito educativo, tales como "Socrative", y "Plickers", siendo ésta última la elegida por su versatilidad, y porque requiere que la App la ejecute únicamente el profesor.

Figura 1: Apps Plicker, unidades de aprendizaje y lista de alumnos

## 4. Metodología Aplicada en el proyecto

Debido a que el aprendizaje se entiende como un fenómeno social, cooperativo [8], y colaborativo [6]. "La educación hoy enfatiza cada vez más la importancia de que los alumnos asuman roles más activos en su aprendizaje". Desde la perspectiva constructivista del aprendizaje se reconoce que es importante desarrollar el sentido de competencia y autonomía de estudiante. Por ello, el principio que se aplicó para la evaluación formativa fue que el alumno aprenda en base a su experiencia práctica, usando una lista de ejercicios y objetos de aprendizaje disponibles con la herramienta "Plicker" en una unidad de aprendizaje.

El docente de laboratorio a través de la app "Plicker" crea una carpeta con un conjunto de actividades y ejercicios semi-resueltos, e invita a los alumnos para que accedan a la carpeta. Mediante esta carpeta los alumnos pueden resolver sus actividades. Los pasos a seguir son:

1. El docente construye las carpetas, habilitando su acceso, consultando a los alumnos, si tienen experiencia en trabajos de forma colaborativa.
2. A cada alumno, se le da una papeleta con código de barra, que le identificará a lo largo del desarrollo de las actividades planteadas con la App Plickers
3. Se genera la actividad para resolver la práctica usando aula invertida, con los objetos de aprendizaje que proporciona el docente para la unidad didáctica.
4. Los alumnos planifican estrategias colaborativas para la resolución de un determinado problema práctico, en base a las actividades propuestas.
5. Se planifican casos de prueba en el aula para corroborarlo en la clase presencial, y ver si se resuelve correctamente la actividad planteada.
6. Se evalúa a los alumnos en base a las actividades formativas reflejadas en la App, la cual queda también reflejada en la plataforma Plickers.

Todo el proceso descrito se realiza de manera colaborativa. El sistema guarda versiones con fecha, autor, etc. Es decir, siempre para los alumnos será posible volver a versiones anteriores. De esta forma, el docente puede ver el autor de cada una de las versiones intermedias almacenadas y tomar conciencia de la participación de cada

alumno en la actividad realizada. La metodología favorece al trabajo colaborativo [4]. Metodológicamente, además se plantea otras actividades, por ejemplo:

- Proponer codificaciones o ejercicios solucionados con errores, con el fin de que se analicen entre todos. Buscando detectar cuales son dichos errores.
- Organizar actividades en sintonía al alumno, ya que nunca antes los alumnos estudian siendo ellos los propios protagonistas; y el profesor espectador del aprendizaje.

Gracias a las respuestas y preguntas de sus alumnos el profesor se informa de sus necesidades y replantea su clase justo a tiempo antes de darla [1] (de ahí el nombre just in time). El profesor decide que partes no es necesario explicar o pueden acelerarse, y que partes deben profundizarse, discutirse y ejercitarse más. Para ello, se utilizan cuestionarios de comprobación con preguntas reflexivas de respuesta escrita antes de clases con temas sugeridos del flipped [2], y lo aplicamos justo a tiempo [1] en sesiones de clase. De esta forma, combinamos el flipped classroom con just in time teaching.

Para todo ello, usamos vídeos y podcasts para transmitir la información a estudiar y cuestionarios de comprobación del estudio previo. De esta manera comprobamos que entre el 90 y el 95% de nuestros alumnos realizan el estudio previo antes de cada tema, y los alumnos nos dan información sobre sus reacciones a los materiales. Por tanto, con esta información y la preparación de nuestros alumnos replantamos lo que debemos hacer con el tiempo de clase, hacemos evaluación formativa y otras actividades de refuerzo, utilizando "Plickers", porque es una herramienta de educación gratuita disponible tanto para iOS y dispositivos Android orientada para realizar evaluaciones a los alumnos. Usándolo adecuadamente supimos las respuestas que dan todos los alumnos de la clase, y tuvimos la retroalimentación de nuestros alumnos a su aprendizaje. (https://www.plickers.com/).

Entendemos que los alumnos No aprenden viendo un vídeo o escuchando un podcast o una clase, sino reflexionando sobre lo que ven u oyen. A eso ayudan mucho las preguntas, más aún si son de tipo formativo para reforzar los conocimientos tratados, lo que permite mejorar la comprensión y formación de los alumnos, evaluando su formación y adquisición de conocimiento. Combinando la metodología Flipped Classroom y Just in time teaching, tal como lo describimos antes, analizamos, si con estas acciones los alumnos adquieren "un mejor aprendizaje y mayores destrezas que le permitan desenvolverse mejor en su formación en sus asignaturas". Buscamos mejorar su evaluación formativa, considerando esta como un proceso de obtener, sintetizar e interpretar información para mejorar su aprendizaje educativo.

El procedimiento a seguir fue crear un grupo de clases e insertamos el nombre de nuestros alumnos que nos relacionaba con un número, y a su vez con un marcador con cuatro posiciones, que se relacionan con las cuatro posibles respuestas que admite la aplicación. Luego, repartimos los marcadores y leímos con un dispositivo móvil las respuestas que daban nuestros alumnos al proponerles cuestiones que preparamos de nuestra asignatura. Vía web, proyectamos en la pantalla una pregunta con las posibles respuestas a todos los alumnos, y cada alumno orientaba su tarjeta con la respuesta que consideraba correcta, y con la cámara del móvil, recogimos como profesor de forma simultánea todas las respuestas que entraban dentro del campo visual, apreciando en la pantalla del dispositivo la respuesta, si es correcta (verde) o incorrecta (rojo). De esta forma, pudimos mostrar en pantalla las respuestas en tiempo real, o mantenerlas ocultas

hasta que todos hayan respondido, visualizando y controlando las respuestas realizadas por todos los estudiantes, teniendo todo ello almacenado en la nube.

Figura 2: Respuestas en tiempo real de los alumnos usando Plicker

## 5. Resultados experimentales con la propuesta

Usando la App, se requiere únicamente que el profesor gestione a través de su móvil todas las actividades propuestas, y los alumnos con las papeletas entregadas a los alumnos, proporcionen un feedback de los conocimientos y actividades. A través de la exploración de las actividades, los alumnos descubren, asimilan y reconocen nuevos conceptos y mejoran su aprendizaje, resuelven muchas preguntas generadas.

**Desarrollo de la Unidad Didáctica Paso a Paso.**
La evaluación de la estrategia se realizó a lo largo de la unidad de aprendizaje, valorando el grado de aceptación del alumnado a la metodología; y al aprendizaje de las competencias requeridas, midiendo dicho aprendizaje a través de los resultados de sus evaluaciones en sus actividades. Para ello, se eligió una unidad didáctica fundamental que requería conocimiento de una competencia clave para la asignatura. Los objetivos de la unidad didáctica fueron:

- Aprender a resolver las actividades propuestas que le permitan adquirir las competencias claves requeridas en la asignatura.
- Familiarizarse con las actividades y normas de uso de la Apps “Plickers”.
- Resolver los ejercicios y actividades propuestos por el profesor de acuerdo a las competencias requeridas de forma incremental.
- Poner en la práctica en la clase presencial, evaluando todo lo aprendido, haciendo retroalimentación de todo el proceso por parte del profesor en su propio móvil.

**Análisis de resultados con los grupos de Estadística:** El análisis de los resultados se realizó con los siguientes grupos de laboratorio:

- Grupo 1: perteneciente a la titulación de Ingeniería de Computadores 9 alumnos.
- Grupo2: perteneciente a las titulaciones de Grado de Ingeniería de Computadores y Sistemas de Información 12 alumnos

Para el desarrollo de los laboratorios se propusieron una serie de ejercicios prácticos. Además, se resolvieron una serie de ejercicios teórico-prácticos resueltos en parte por el profesor, y en parte por los alumnos que compartieron la herramienta utilizada. Estos ejercicios daban las pautas básicas necesarias a los equipos para resolver en su totalidad los ejercicios prácticos durante la clase presencial.

La estrategia de evaluación [1][2] consistió en la entrega de los ejercicios propuestos, además de cuatro pruebas de laboratorio escritas (PL), consistentes en la realización de ejercicios similares a los resueltos anteriormente y compartidos con la herramienta en las sesiones anteriores. La calificación de estos PL se puntuaba hasta 1.0 punto por cada PL entregada correctamente (con escalas de 0,25 dependiendo de su realización), siendo la condición necesaria para ser calificada y presentarse a dicha

prueba y tener entregada la práctica. Por tanto, la calificación final de laboratorio tenía un máximo de 4 puntos que se sumaban a la calificación de las PEC's de teoría. Siendo:
**Grupo 1: PL1:** 3 alumnos por debajo de 0,5 puntos; 5 alumnos entre 0,5 y 0,75 puntos; 1 alumno más de 0,75 (6 aprobados en PL1)
**PL2:** 2 alumnos no presentados; 2 alumnos por debajo de 0,5 puntos; 4 alumnos entre 0,5 y 0,75 puntos y un alumno por encima de 0,75 puntos (5 aprobados en PL2)
**PL3:** 1 alumno no presentados; 4 alumnos por debajo de 0,5 puntos; 4 alumnos entre 0,5 y 0,75 puntos (4 aprobados en PL3)
**PL4:** 2 alumnos no presentados; 0 alumnos por debajo de 0,5 puntos; 1 alumno entre 0,5 y 0,75 puntos y 6 alumnos por encima de 0,75 puntos (7 aprobados en PL4)

| PL1 | PL2 | PL3 | PL4 | Calif. Fin |
|---|---|---|---|---|
| 0,75 | 0,2 | 0,25 | 0,8 | 2 |
| 0,3 | 0,5 | 0,75 | 1 | 2,55 |
| 0,4 | 0,5 | 0,7 | NP | 1,6 |
| 0,5 | 0,8 | 0,5 | 0,7 | 2,5 |
| 0,6 | NP | NP | NP | 0,6 |
| 0,4 | NP | 0,4 | 1 | 1,8 |
| 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,8 | 2,2 |
| 0,85 | 0,5 | 0,75 | 1 | 3,1 |
| 0,5 | 0,2 | 0,4 | 1 | 2,1 |

Tabla 1: Resultados obtenidos con el Grupo 1 de Estadística.

| PL1 | PL2 | PL3 | PL4 | Calif. Final |
|---|---|---|---|---|
| 0,9 | 0,7 | 1 | 0,6 | 3,2 |
| 0,7 | NP | NP | NP | NP |
| 0,6 | 0,7 | 0,75 | NP | 2,05 |
| 0,9 | 0,1 | 0,4 | 1 | 2,4 |
| 0,6 | 1 | 0,75 | 0,7 | 3,05 |
| NP | NP | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| 0,7 | 0,7 | 1 | 0,9 | 3,3 |
| 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,7 | 2,1 |
| 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 1,3 |
| 0,9 | 0,7 | 0,65 | 0,85 | 3,1 |
| 0,9 | 0,7 | 1 | 0,5 | 3,1 |
| 0,8 | 0,8 | 0,2 | 0,6 | 2,4 |

Tabla 2: Resultados obtenidos con el Grupo 2 de Estadística

**Grupo 2: PL1:** 1 alumno no presentado, 2 alumnos por debajo de 0,5 puntos; 4 alumnos entre 0,5 y 0,75 puntos; 5 alumnos más de 0,75 (9 aprobados en PL1)
**PL2:** 2 alumnos no presentados; 3 alumnos por debajo de 0,5 puntos; 5 alumnos entre 0,5 y 0,75 puntos y dos alumnos por encima de 0,75 puntos (7 aprobados en PL2)
**PL3:** 1 alumno no presentado; 4 alumnos por debajo de 0,5 puntos; 4 alumnos entre 0,5 y 0,75 puntos y 3 alumno por encima de 0,75 puntos (7 aprobados en PL3)
**PL4:** 2 alumnos no presentados; 2 alumnos por debajo de 0,5 puntos; 5 alumno entre 0,5 y 0,75 puntos y 3 alumnos por encima de 0,75 puntos (8 aprobados en PL4)

Igualmente, si tenemos en cuenta que con 2 puntos se tiene el aprobado en laboratorio. Por tanto, en el grupo 2 del laboratorio de Estadística hubo 9 aprobados en el laboratorio, tal como se detalla a continuación en la tabla 2 (con color rojo)

**Análisis de resultados con los grupos de Programación:** El análisis de los resultados se realizó con los siguientes grupos de laboratorio:

- Grupo 1: perteneciente a la titulación de Sistemas de Información: 15 alumnos.
- Grupo 2: perteneciente a las titulaciones de Ingeniería Informática: 15 alumnos

Análogamente, para el desarrollo de los laboratorios se propusieron una serie de ejercicios prácticos de programación en el lenguaje Phyton. Se resolvieron una serie de ejercicios teórico-prácticos semi-resueltos por el profesor que se compartieron. Estos ejercicios daban las pautas básicas necesarias para poder resolver los ejercicios propuestos, y se compartían para que sean resueltos en su totalidad. Además, se aplicó la misma estrategia de evaluación [3], que consistió en la entrega de los ejercicios propuestos, y luego el desarrollo de cuatro pruebas de laboratorio escritas (PL), con la realización de ejercicios similares a los resueltos anteriormente. La calificación de estos PL se puntuaba hasta 1.0 punto por cada PL entregada correctamente (con escalas de 0,25 dependiendo de su realización), siendo también la condición necesaria para ser calificada y presentarse a dicha prueba, la de tener entregada la práctica resuelta usando el método propuesto. Por tanto, la calificación final de laboratorio constaba de un total máximo de hasta 4 puntos. Siguiendo esta estrategia, los resultados fueron:

**Grupo 1: PL1:** 2 alumnos por debajo de 0,5 puntos; 8 alumnos entre 0,5 y 0,75 puntos; 5 alumnos más de 0,75 (13 aprobados en el PL1)
**PL2:** 1 alumno no presentados; 2 alumnos por debajo de 0,5 puntos; 8 alumnos entre 0,5 y 0,75 puntos y 4 alumnos por encima de 0,75 puntos (12 aprobados en el PL2)
**PL3:** 1 alumno no presentado; 3 alumnos por debajo de 0,5 puntos; 9 alumnos entre 0,5 y 0,75 puntos y 2 alumnos por encima de 0,75 puntos (11 aprobados en el PL3)
**PL4:** 2 alumnos no presentados; 0 alumnos por debajo de 0,5 puntos; 10 alumno entre 0,5 y 0,75 puntos y 3 alumnos por encima de 0,75 puntos (13 aprobados en el PL4)

Si tenemos en cuenta que con 2 puntos se tiene el aprobado en laboratorio. Por tanto, en el grupo 1 del laboratorio de Programación hubo 14 aprobados en las prácticas PL realizadas, cuyo detalle se muestra a continuación en la tabla 3 (con color rojo)

| PL1 | PL2 | PL3 | PL4 | Calif. Final |
|---|---|---|---|---|
| 0,75 | 0,3 | 0,25 | 0,8 | 2,1 |
| 0,5 | 0,5 | 0,75 | 0,75 | 2,5 |
| 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,5 | 2,1 |
| 0,3 | 0,8 | 0,5 | 0,7 | 2,3 |
| 0,6 | NP | 0,4 | NP | 1 |
| 0,6 | 0,85 | NP | 0,6 | 2,05 |
| 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,8 | 2,2 |
| 0,85 | 0,75 | 0,75 | 1 | 3,35 |
| 0,5 | 0,25 | 0,5 | 0,75 | 2 |
| 0,85 | 0,85 | 0,5 | NP | 2,2 |
| 0,8 | 0,5 | 0,75 | 0,5 | 2,55 |
| 1 | 0,75 | 0,85 | 0,6 | 3,2 |
| 0,75 | 0,85 | 0,5 | 0,75 | 2,85 |
| 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 2,3 |
| 0,85 | 0,75 | 0,9 | 0,5 | 3 |

Tabla 3: Resultados obtenidos con el Grupo 1 de Programación.

| PL1 | PL2 | PL3 | PL4 | Calif. Final |
|---|---|---|---|---|
| 0,7 | 0,7 | 0,5 | 0,6 | 2,5 |
| 0,7 | 0,6 | 0,5 | NP | 1,8 |
| 0,6 | 0,7 | 0,75 | 0,5 | 2,55 |
| 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 2 |
| 0,6 | 0,5 | 0,75 | 0,7 | 2,55 |
| 0,75 | NP | 0,6 | 0,75 | 2,1 |
| 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 2,7 |
| 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,7 | 2,1 |
| 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,75 | 1,65 |
| 0,9 | 0,7 | 0,65 | 0,75 | 3 |
| 0,9 | 0,7 | 0,75 | 0,5 | 2,85 |
| 0,8 | 0,75 | NP | 0,6 | 2,15 |
| 0,85 | NP | 0,6 | 0,6 | 2,05 |
| NP | 0,75 | 0,8 | 0,6 | 2,15 |
| 0,8 | 0,9 | 1 | 0,75 | 3,45 |

Tabla 4: Resultados obtenidos con el Grupo 2 de Programación

**Grupo 2: PL1:** 1 alumno no presentado, 2 alumnos por debajo de 0,5 puntos; 7 alumnos entre 0,5 y 0,75 puntos; 5 alumnos más de 0,75 (12 aprobados en el PL1)
**PL2:** 2 alumnos no presentados; 2 alumnos por debajo de 0,5 puntos; 10 alumnos entre 0,5 y 0,75 puntos y 1 alumno por encima de 0,75 puntos (11 aprobados en PL2)
**PL3:** 1 alumno no presentado; 1 alumno por debajo de 0,5 puntos; 11 alumnos entre 0,5 y 0,75 puntos y 2 alumnos por encima de 0,75 puntos (13 aprobados en el PL3)
**PL4:** 1 alumnos no presentados; 1 alumno por debajo de 0,5 puntos; 13 alumno entre 0,5 y 0,75 puntos (13 aprobados en el PL4).

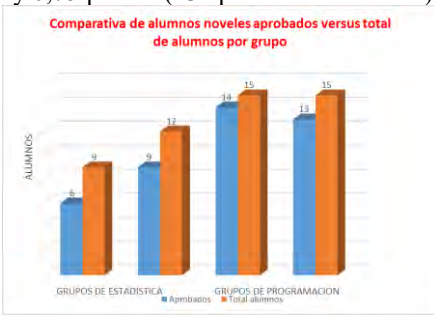



Figura 3: Comparativa de alumnos versus Total de Alumnos-Grupos

Figura 4: Notas Obtenidas con el método

La medida de éxito del trabajo lo constituye el número y el porcentaje de aprobados obtenidos en cada grupo. En la figura 3 podemos apreciar que éste número, indistintamente del grupo experimentado es bastante elevado. En detalle, para los grupos de Estadística con 21 alumnos en total, se tiene 15 alumnos aprobados, es decir el 71, 4 % de aprobados. Asimismo, para los grupos de Programación con 30 alumnos en total, hay 27 alumnos aprobados, lo que constituye un 90 % de aprobados. Por tanto, podemos afirmar que los resultados son bastante exitosos. Asimismo, en la Figura 3 se muestra las notas obtenidas (en la escala del 0 a 4) al aplicar el método a todos los alumnos evaluados con el aprendizaje propuesto y sin él. Apreciándose la tendencia, siendo al menos 2 la nota para aprobar las competencias requeridas.

Con el fin de validar la propuesta realizada, hemos repetido el experimento en la otra universidad latinoamericana, aplicando la metodología descrita en la asignatura de "matemáticas discretas", De esta forma, cada uno de los pasos que hemos descrito en los apartados anteriores se aplicaron con Flipped Learning. Obteniéndose los resultados mostrados en las siguientes figuras, que confirman el uso de la metodología.

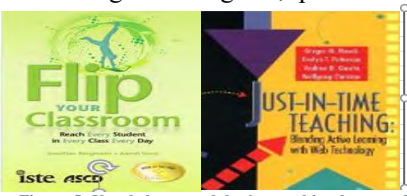



Figura 5: Uso de las metodologías combinadas

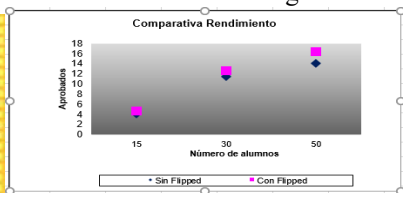



Figura 6: Comparativa de Resultados Con y Sin Flipped

Adicionalmente, también hemos calculado el error estándar de la media empleando:

$$\text{Error estándar de la media} = \frac{\text{Desviación Estándar}}{\sqrt{\text{Tamaño población}}} = \frac{DESVEST(valores)}{RAIZ(número)}$$

En donde: El rango de valores son los datos que se usan para determinar la desviación estándar, y el número es el tamaño de todas las posibles muestras aleatorias. Además, acompañamos la estimación puntual con sus intervalos de confianza, determinados por los limites inferior y superior, calculados a partir de las medidas de dispersión. Calculando éstos a partir del error estándar, y a partir de la desviación estándar, determinamos el límite inferior y superior en cada caso. De esta forma, el límite inferior para el error estándar es igual al valor de la media – 1,96 el error estándar, y el límite superior del error estándar es igual al valor de la media + 1,96. Dichos valores lo consideramos de la desviación estándar, usando un intervalo de confianza al 95 %.

## 6. Discusión

Considerando el análisis del perfil del alumno que participó en la experiencia, los resultados nos ofrecen pistas sobre cómo diseñar actividades para fomentar un aprendizaje de este tipo. Del análisis de los resultados obtenidos: Con 51 personas y se ha realizado la actividad siguiendo esta metodología, el valor medio (nota final) es 2,31. Cada vez que alguien replique el mismo estudio en una muestra de 51 personas obtenidas de la misma población con una muestra distinta, la nota final que se obtendrá estará entre 2,11 y 2,52 (en una escala de 1 a 4).También, Si yo elijo una persona al azar de las 51 personas del estudio, el valor de su nota final estará comprendido entre 0,87 y 3,76, con una probabilidad del 95 %. El error estándar calcula el intervalo de confianza para la media cada vez que se repita el estudio con una muestra del mismo tamaño a partir de la misma población, y la desviación estándar permite calcular el intervalo de confianza para los datos, lo que valida de alguna forma la propuesta.

Otros datos interesantes a mencionar, es en cuanto a si nuestros estudiantes conocían el aula inversa y lo habían utilizarlo en clase, un muy alto porcentaje (mayor al 85%), manifestó que no lo conocían. Estos resultados convergen con estudios sobre competencias digitales de los alumnos universitarios [5], en cuanto a que las herramientas que más dominan son las correspondientes a las de ofimática, frente a otras aplicaciones. Con respecto a la constitución de los equipos, la mayoría manifestó que les resultó sencillo formar equipos de trabajo. Por ello, a la hora de poner en marcha actividades para trabajar de manera colaborativa, es recomendable realizar una planificación previa, para que el alumno tenga tiempo para constituir sus equipos. La

clave de éxito constituye la intervención del docente para crear las condiciones óptimas, abriendo muchas opciones, compartiendo archivos guardados en la nube [7]. Además, los docentes tienen una herramienta para diseñar actividades innovadoras, soportado de una metodología. Por todos los resultados logrados, se llega a la conclusión que es viable aplicar esta metodología a la enseñanza en el ámbito universitario.

## 7. Conclusiones

En este trabajo las acciones realizadas se ciñeron a la utilización de la herramienta "Plickers", usando una estrategia adecuada (Flipped Classroom y Just in time Teaching) en "las pruebas de evaluación continua de una unidad didáctica de las asignaturas seleccionadas", los datos recabados permitieron descubrir de qué forma los estudiantes percibieron el uso de la App, y ésta favoreció a su aprendizaje formativo para adquirir mejor las competencias requeridas. Toda la información se obtuvo de la propia Apps y a través de encuestas.

Las encuestas se rellenaron dos veces, una antes de utilizar la metodología planteada, y otra al finalizar el curso. La idea fue observar como el aprendizaje formativo con una metodología adecuada ayuda a los alumnos a adquirir y consolidar habilidades o competencias en sus asignaturas, comprobándose que es posible fomentar un aprendizaje formativo, y que para ello es de suma utilidad la herramienta "Plickers" apoyada de una estrategia apropiada. Con este trabajo hemos contribuido a:

- Hacer explícitas las relaciones entre pedagogía, tecnología y contenido como herramienta de auto-reflexión en el proceso de aprendizaje con innovación.
- Comprender que la integración de tecnologías conlleva necesariamente un cambio en las estructuras de contenido y en las estrategias metodológicas.

Si bien para los docentes esto constituye un trabajo adicional, dado de que el hecho de planificar ejercicios motivadores que fomenten la colaboración de los alumnos constituye un esfuerzo añadido, vale la pena en beneficio de construir un espacio de interacción en el aula. Los resultados obtenidos validan nuestra pregunta de investigación, porque fueron muy buenos. En la unidad didáctica se preguntó a todos los alumnos qué les había parecido la experiencia, y a todos les ha parecido útil y divertido. Uno de los motivos es la autonomía para aprender cosas nuevas, y porque descubren una nueva herramienta fácil de usar que le motiva en su aprendizaje. Sin embargo, la utilización de este tipo de enfoque depende en gran medida de la creatividad del profesor y de cómo se implemente en el aula. De esta forma, el aula invertida resulta valiosa para el profesor por la gran cantidad de información y recursos a proponer, y al alumno porque le proporciona experiencias únicas de aprendizaje.

## Referencias

[1] Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology (1999), Gregor Novak , Andrew Gavrin,
[2] Flip your Clasroom (2012), Jonathan Bergmann y Aaron Sams, ISBN-10: 1564843157,
[3] Based Learning: Small Group Learning's Next Big Step. New Directions for Teaching and Learning, (2008) Eds. Larry Michaelsen, Michael Sweet, Dean Parmelee.
[4] Cenich, G., y Santos, G. (2007). Aprendizaje colaborativo online: indagación de las estrategias de funcionamiento. Rev. Iberoamericana Tecnología en Educación
[5] Espuny, et al. (2010), ¿Cuál es la competencia digital del alumnado al llegar a la universidad? Enseñanza & Teaching,28(2)113,137
[6] Lovos Edith (2012) "El Uso de Herramientas Colaborativas en los Cursos de Introducción a la Programación" Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
[7] Real, J. J. (2009). Educación en la nube. Revista: Didáctica, Innovación y Multimedia,
[8] Riera Romero Gemma (2011), "El aprendizaje cooperativo como metodología clave para dar respuesta a la diversidad del alumnado desde un enfoque inclusivo", Revista de Educación Inclusiva.Vol. 5,Num. 2.
[9] Hidalgo Nuchera A.(2018),"La Gestión de la Innovación y la Tecnología en las Organizaciones", ISBN: 9788436817027
[10] Rosaura Ruiz, Rina Martínez, Liliana Valladares, (2012) "Innovación en la educación superior. Hacia las sociedades del conocimiento" Edición Kindle, Fondo de Cultura Económica.

# Propuesta de un teclado adaptado para la realización de cuestionarios digitales enfocado a personas con discapacidad visual

Rayner Palta[1] Byran Carrasco[1] Paola Ingavelez[1]

[1]Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)
rpalta@est.ups.edu.ec, bcarrasco@est.ups.edu.ec, pcingaveles@ups.edu.ec

**Resumen.** En la actualidad, existen una gran cantidad de jóvenes estudiantes ya sea en la educación básica, media o bachillerato que poseen alguna discapacidad. En el presente documento se presenta el diseño y construcción de un prototipo de teclado adaptado para la realización de cuestionarios digitales realizados en la plataforma Moodle enfocado a personas con discapacidad visual. El objetivo fue diseñar un dispositivo que brinde la facilidad a los jóvenes estudiantes de realizar pruebas digitales de una manera intuitiva y adecuada, identificando el tipo de preguntas más apropiadas para dichas pruebas y de este modo puedan sacar a relucir su potencial.

**Palabras clave:** Accesibilidad. Cuestionarios. Discapacidad visual. Moodle. Lector de pantalla. Recursos educativos.

## 1. Introducción

En el Ecuador, existe alrededor de 20.615 jóvenes estudiantes registrados actualmente, ya sea en educación básica, medio y bachillerato, que poseen alguna discapacidad, de los cuales un 12.03% posee discapacidad auditiva, 22.11% física, 56.34% intelectual, 4.55% psicosocial y un 4.98% visual. [1]

En la ciudad de Cuenca, la cifra aproximada de estudiantes con discapacidad visual asciende a 1.026 estudiantes registrados según el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades. [1], lo que motivó en la búsqueda de desarrollar una herramienta que posibilite la interacción de personas con discapacidad visual en el uso de cuestionarios digitales por medio del prototipo de un teclado y con ayuda de programas lectores de pantalla. Se plantea la hipótesis de que un estudiante con discapacidad visual, pueda realizar sus cuestionarios ya sean estos en las plataformas webs, de forma individual y que tengan una orientación estable mediante la optimización de un teclado adaptado que responda a los formatos prestablecidos tanto de preguntas como de uso frecuente de teclas rápidas o abreviadas frecuentemente utilizadas por las personas con discapacidad visual.

Según los resultados entregados por parte de la INEVAL (Instituto Nacional de Evaluación Educativa) aplicados al examen de Ser Bachiller, en el primer periodo del año 2018, se registraron 1.906 estudiantes con discapacidad a nivel nacional que postularon para rendir el examen en dicho periodo [2], obsérvese figura 1. En base a dichos resultados la Ineval dispuso de 684 supervisores, que se encargaron de

monitorear y dar soporte técnico para garantizar el correcto funcionamiento de la evaluación. [2]

| Tipo de discapacidad | Escolar | No escolar | Total general |
|---|---|---|---|
| Auditiva | 194 | 129 | 323 |
| Física | 420 | 456 | 876 |
| Intelectual | 195 | 127 | 322 |
| Lenguaje | 21 | 7 | 28 |
| Psicológico | 9 | 16 | 25 |
| Psicosocial | 27 | 32 | 59 |
| Visual | 134 | 139 | 273 |
| **Total** | **1.000** | **906** | **1.906** |

**Fig. 1.** Tabla de postulantes para el primer periodo del examen Ser Bachiller año 2018. [2].

El coordinador técnico de Evaluación de Ineval afirmó que las evaluaciones para las personas con discapacidad no son más fáciles. [2]

Para el segundo periodo del examen Ser Bachiller del mismo año, el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS) entregó el Informe Técnico del Proceso Ser Bachiller, en el cual consta la observación realizada sobre el examen en 25 sedes de 23 provincias. Esta vez se postularon 1.933 personas con discapacidad. [3] De los 1.933 inscritos 388 postulantes pertenecían a las 25 sedes que estaban en observación, de los cuales solo asistieron 255. [3]. En base al informe presentado por el CONADIS, se estableció la necesidad de mejorar el proceso. [3]. En el presente año se registraron 2.403 personas con discapacidad que rindieron el examen Ser Bachiller en el primer periodo de enero, de los cuales 1.408 son estudiantes del último año de bachillerato y 995 graduados en años anteriores. [4]. El Instituto Nacional de Evaluación Educativa (Ineval) cumpliendo la política del Gobierno Nacional desarrolló pruebas adaptadas para personas con discapacidad visual y auditiva. Estas pruebas constan de un video en lenguaje de señas, donde las preguntas y respuestas son interpretadas por un especialista. En el caso de las personas con discapacidad visual, el examen permite escuchar la pregunta y señalar la opción correcta. [4]. La prueba orientada a personas con discapacidad auditiva consta de 160 preguntas y abarca los campos Matemáticos, Lingüísticos, Científico, Social y aptitud abstracta. En el caso de las personas con discapacidad visual consta de 124 preguntas con los campos anteriormente mencionados excepto la aptitud abstracta. [5].

## 2. Trabajos relacionados

De acuerdo con la resolución No. 002-INEVAL-2019 en el cual se citan varios artículos de la Constitución de la República del Ecuador. Entre ellos el numeral 2 del artículo 11 el cual dispone: “Todas las personas son iguales y gozarán de los mismo derechos, deberes y oportunidades (…) El estado adoptará medidas de acción afirmativa que

promueva la igualdad real a favor de los titulares de derechos que se encuentran en situación de desigualdad". [6]

Del mismo modo con el numeral 4 del artículo 16 de la Constitución en el cual se establece "Todas las personas, en forma individual o colectiva, tiene derecho a: 4. El acceso y uso de todas las formas de comunicación visual, auditiva, sensorial y a otras que permitan la inclusión de personas con discapacidad". El numeral 3 del artículo 46 se encuentra relacionado con el anteriormente descrito, en este artículo se establece que "El Estado adoptará, entre otras, las siguientes medidas que aseguran a las niñas, niños y adolescentes (…)3.- Atención preferente para la plena integración social de quienes tengan discapacidad. El Estado garantizará su incorporación en el sistema de educación regular y en la sociedad". [6]

En base a estos y otros artículos que se encuentran estipulados en la Constitución de la República del Ecuador, el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL) propone la implementación de diferentes instrumentos de evaluación adaptados para los y las jóvenes con discapacidad o con condición discapacitante, que se encuentren cursando el último año de bachillerato o sean graduados de años anteriores. Uno de estos instrumentos de evaluación adaptados se enfoca en aquellas personas en las cuales prevalezca la discapacidad visual. Este instrumento contiene audios con la descripción de las preguntas y opciones de respuesta, número de preguntas a contestar, inicio de cada dominio, y finalización de la evaluación. El aplicativo inicia con el acuerdo de confidencialidad. [6]

La figura 2 (a) y (b) establece las teclas que están destinadas para marcar las respuestas en el aplicativo para marcar una respuesta.

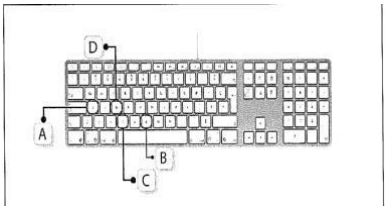


**Fig. 2. (a).** Teclas del alfabeto a para marcar una respuesta [6]. **Fig. 2. (b) .**Teclas numéricas por emplearse para marcar una respuesta [6].

Para poder navegar entre las preguntas se hace uso de las flechas arriba, abajo, izquierda y derecha. Donde la flecha derecha sirve para guardar la opción seleccionada y avanzar a la siguiente pregunta. La flecha izquierda del mismo modo que la flecha derecha guarda información, pero con la diferencia de que esta regresa a la anterior pregunta. Las flechas de arriba y abajo se emplean en el audio, dónde la flecha arriba retrocede el audio dictado de la pregunta 3 segundos aproximadamente, y la flecha de abajo avanza el tiempo a 3 segundos aproximadamente. Para pausar o reiniciar el audio se presiona la barra espaciadora. [6]

Encontramos también adaptaciones visuales y táctiles en teclados de ordenador, así tenemos la valiosa experiencia compartida por la ONCE (Organización Nacional de Ciegos Españoles) que propone algunas soluciones prácticas para la adaptación de teclados enfocado a personas con discapacidad visual, ya sea por baja visión o ceguera

total [7], para lo cual propone dos tipos de adaptaciones para las personas, la primera es la adaptación visual de un teclado QWERTY estándar. Consiste en implementar etiquetas de las teclas en diferentes colores para darle un contraste al color que tiene el teclado, distinguiendo las teclas alfabéticas de las numéricas y resaltar con otro color las teclas especiales de uso frecuente. La figura 3 muestra el teclado adaptado usando esta forma propuesta.

**Fig. 3.** Teclado adaptado con etiquetas de colores para personas con baja visibilidad. [7]

Existen varias alternativas empleadas en la actualidad que combinan hardware y software. Las líneas braille son un ejemplo para que personas no videntes puedan leer en Braille la información que se muestra en distintos tipos de ordenadores, tabletas o teléfonos móviles. Estas líneas de teclados muestran de forma táctil la información que un lector de pantalla describiría. Están compuestas de un conjunto de celdas, cada una con 6 u 8 puntos, que permiten mostrar caracteres braille.

## 3. Arquitectura propuesta

La arquitectura propuesta se basa en el modelo de un teclado QWERTY clásico, en base a este modelo se realiza un prototipo (figura 6), en el cual se establece ciertas teclas a emplearse, las cuales responde a un estudio corroborado por una persona no vidente que labora en la Universidad Politécnica Salesiana, con su ayuda, se determinó que posición es mejor para las teclas y el tamaño que deben tener. Con las teclas a usar identificadas, se procuró probar con los lectores de pantalla: NVDA, JAWS y VoiceOver, en una prueba creada en la plataforma Moodle.

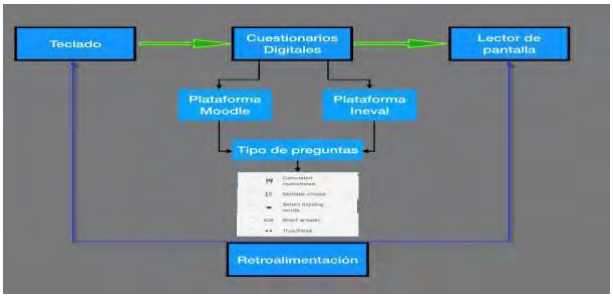



**Fig. 4.** Elaboración propia del diagrama de entrada/salida respecto al prototipo propuesto.

Como se puede apreciar en la figura 4, el diagrama de entrada/salida, la parte principal es el teclado el mismo que consta de 8 teclas, las cuales son: escape, tabulación, espacio, enter, flecha arriba, flecha abajo, flecha izquierda, flecha derecha, tal como se ver en la figura 5. Con estas teclas interactuamos con los cuestionarios realizados previamente en la plataforma Moodle.

Existen una gran variedad de opciones del tipo de preguntas que se pueden realizar, de las cuales se escogió la opción de respuestas múltiples, verdadero o falso, calculada múltiple y elección de palabra perdida. Para poder resolver este tipo de preguntas se realizaron sendas pruebas en los lectores de pantalla.

Con los 3 medios interactuando conjuntamente, nuestro prototipo se nutre de las pruebas realizadas y de este modo se trata de mejorar el dispositivo final.

La arquitectura del prototipo se basa en material PLA, el cual es fabricado a base recursos renovables que lo convierten en un componente termoplástico biodegradable ideal para la impresión en 3D, por lo cual fue empleado para el contorno del equipo, mientras que en las teclas se empleó un material conductivo, de modo que no es necesario presionar las teclas, basta con poner el dedo encima de la tecla para que está lo reconozca como si realizara presión sobre ella.

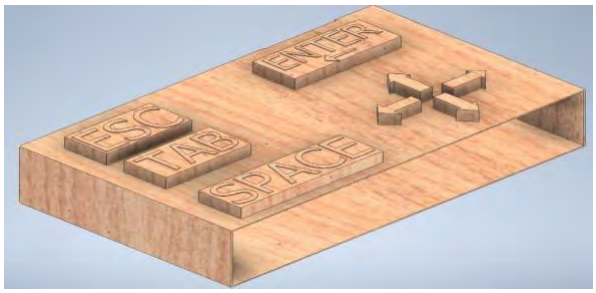



**Fig. 5.** Modelo en 3D del prototipo propuesto.

## 4. Resultado preliminares

Para determinar la efectividad del prototipo propuesto se realizaron diversas pruebas (Figura 6), considerando el tiempo que la persona se demoró en terminar la prueba, la efectividad de las teclas empleadas en el prototipo y la calidad de la lectura del lector de pantalla.

El primer lector de pantalla a emplearse fue JAWS (Job Access With Speech) o en español Acceso al trabajo con el habla. Al momento en que se empezó a realizar la prueba con este lector de pantalla, el colaborador tuvo dificultades para poder navegar con las teclas dentro de la prueba que le brindamos. El tiempo de prueba para este lector fue de 5 minutos, donde no se pudo apreciar correctamente la funcionalidad del lector de pantalla debido a los siguientes percances:

- Dificulta al momento de moverse entre las opciones por parte del colaborador.

- Se realizó la prueba con diferentes preguntas y en diferentes modos como se explica más adelante. En esta parte, el lector de pantalla no reconocía las preguntas planteadas, por lo tanto, nos las interpretaba para el colaborador.

El segundo lector a emplearse fue el Voice Over de Apple. Para la realización de esta prueba, se le ayudó a identificar la localización de las teclas a emplearse en el dispositivo. El tiempo de prueba para este lector fue de 20 minutos con 16 segundos.

Dentro de este tiempo, el colaborar tuvo dificultades al adaptarse al tipo del teclado del dispositivo, y la navegación dentro la prueba se volvió un poco complicado ya que el equipo estaba configurado en idioma ingles y el lector de pantalla leía ciertos elementos en su idioma original y no en el que se suponía que debía hacerlo. Luego de un tiempo hasta acostumbrarse, el colaborador empezó a manipular la navegación de una forma más ágil y con ayuda del lector logró terminar la prueba. Hay que resaltar que hubo algunos inconvenientes tanto con el lector de pantalla como con las teclas de navegación, ya que, al momento de leer el contenido de las preguntas, este no las leía completamente, sino que había que volver de nuevo a la pregunta con la ayuda de las flechas para obtener una explicación entendible. En el caso de las teclas de navegación se estableció una pequeña complejidad al momento de hacer uso de estas teclas, ya que estas navegan de línea en línea y por la tanto el proceso es lento.

El tercer lector de pantalla a emplearse fue el NVDA. Se procedió a explicar a nuestro colaborador la posición de las teclas a emplearse para su comodidad. El tiempo que duró la prueba con este lector de pantalla fue aproximadamente de 12 minutos con 15 segundos.

En comparación al lector de pantalla Voice Over este lector da una lectura más completa y comprensible, aunque en algunas preguntas no leía el texto de la mismas y se saltaba directamente a las opciones. El tiempo en esta prueba fue menor debido a que nuestro colaborador ya tenía ciertos conocimientos de las preguntas, sin embargo, tuvo ciertas dificultades con la navegación y lectura del texto. Esto se debe a que el lector de pantallas NVDA lee todo el contenido existente dentro de la pantalla, por lo que para poder escuchar la calificación final de su prueba hubo que esperar que terminará de leer todo el contenido.

Una vez concluida las pruebas y con la información recolectada se planteó una tabla de comparaciones entre los diferentes lectores de pantalla y como reaccionaron cada uno de estos a los distintos tipos de preguntas. Obsérvese la tabla 1.

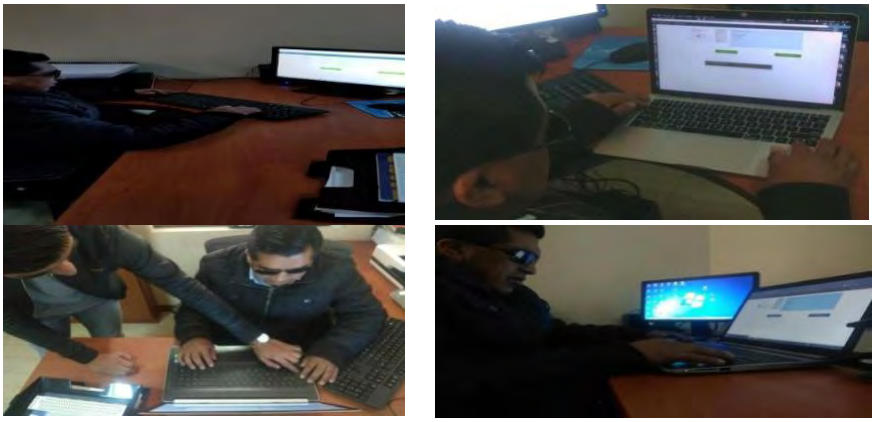


**Fig. 6.** realizadas en tiflobiblioteca con personas con discapacidad visual.

| Tipo de pregunta | JAWS | NVDA | VOICEOVER |
|---|---|---|---|
| Opción múltiple | No funciona correctamente | Lee la pregunta y las opciones de una manera aceptable y comprensible | Lee el texto por partes tanto la pregunta como las respuestas de una manera aceptable. Marca de manera automática la respuesta en la que se ubica |
| Opción múltiple calculada | No funciona correctamente | Lee la pregunta y las opciones de una manera aceptable y comprensible | Lee el texto por partes tanto la pregunta como las respuestas de una manera aceptable. Marca de manera automática la respuesta en la que se ubica |
| Verdadero o falso | No funciona correctamente | Lee la pregunta y las opciones de una manera aceptable y comprensible | Lee el texto por partes tanto la pregunta como las respuestas de una manera aceptable. Marca de manera automática la respuesta en la que se ubica |
| Elección de la palabra perdida | No funciona correctamente | No lee la pregunta, problemas al navegar entre el texto, audio poco comprensible | Lee la pregunta de una manera errónea, repetición de la misma palabra, problema al navegar entre el texto, audio poco comprensible |

**Tabla. 1.** Cuadro comparativo realizado entre los diferentes lectores de pantalla y el tipo de pregunta empleada.

Cabe señalar que no existen datos a comparar en el lector de pantalla JAWS por la necesidad de uso de comandos propios, por tal motivo no fue posible obtener información con este lector, en virtud de que buscábamos establecer teclas estándar. Del mismo modo nuestro colaborador nos ayudó con una retroalimentación acerca de cada uno de estos lectores y la prueba en sí. A continuación, se parafrasea un poco de la conversación que se tuvo con él "JAWS es más complicado para navegar dentro de una página web, es necesario el uso de comandos para moverse dentro de la página. ¿Qué tal la experiencia con el Voice Over? Es más complicado de manejar, aunque es más cómodo con la navegación y si la configuración estuviera completamente en español sería más accesible. ¿Qué tal le pareció el lector NVDA? Se le entiende mejor que al Voice Over, aunque la navegación es igual"

## 5. Conclusiones

En base a las pruebas realizadas y teniendo en cuenta el tipo de preguntas, además del tiempo que se demoró en cada una de ellas, se concluye que las preguntas con más facilidad de resolución para las personas con discapacidad visual son aquellas de opción múltiples en todas sus variantes, ya sea de matemáticas o lingüísticas, las preguntas de verdadero y falso, quedando descartado las preguntas de elección de la palabra perdida, arrastrar y soltar marcadores, arrastrar y soltar sobre el texto, arrastrar y soltar sobre una imagen, emparejamiento, emparejamiento aleatorio, ensayos, respuestas cortas y respuestas anidadas. Hay que tener en cuenta que este tipo de preguntas requieren de mayor adaptación en el prototipo propuesto no obstante puede que funcionen en otro tipo de dispositivos adaptados.

Además, se concluye que de entre los 3 lectores de pantalla propuestos la mejor opción a emplearse es la del lector de pantalla NVDA, siendo su fuerte la no restricción a licencias como es en el caso de JAWS o el requerimiento del equipo en el caso del Voice Over de Apple.

## 6. Referencias


1. CONSEJO NACIONAL PARA LA IGUALDAD DE DISCAPACIDADES, “Estadísticas de discapacidad ”, Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades-CONADIS, Ecuador 2017.
2. "Hoy inicia evaluación Ser Bachiller a personas con discapacidad | Instituto Nacional de Evaluación Educativa", *Evaluacion.gob.ec*, 2018. [Online]. Disponible: https://www.evaluacion.gob.ec/hoy-inicia-evaluacion-ser-bachiller-a-personas-condiscapacidad
3. R. Sociedad, "Conadis sugiere mejoras en el test Ser Bachiller", *El Telégrafo - Noticias del Ecuador y del mundo*, 2018. [Online]. Disponible: https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/conadis-test-serbachillerpersonascondiscapacidad.
4. "Ser Bachiller Costa 2019 evalúa a personas con discapacidad | Instituto Nacional de Evaluación Educativa", *Evaluacion.gob.ec*, 2019. [Online]. Disponible: https://www.evaluacion.gob.ec/evaluacion-adaptada/.
5. "2.403 personas con discapacidad rindieron el examen Ser Bachiller Costa 2019", *Ecuadorinmediato.com*, 2019. [Online]. Disponible: http://www.ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=2818849428.
6. E. Palma Echeverría, "Resolución No. 002-INEVAL-2019", *Evaluacion.gob.ec*, 2019. [Online]. Disponible: https://www.evaluacion.gob.ec/wpcontent/uploads/lotaip/2019/Anexos_Abril_2019/a/Resolución_002_INEVAL_2019_ Instructivo_aplicación_evaluación_personas_discapacidad.pdf.
7. M. Cruz Pedraza, "Adaptaciones visuales y táctiles en teclados de ordenador: una opción para usuarios con deficiencia visual", *INTEGRACIÓN: REVISTA SOBRE DISCAPACIDAD VISUAL*, no. 56, pp. 66-71, 2010.

# Arquitectura para el desarrollo de videojuegos 2D accesibles: caso práctico para discapacidad visual

Mario Cobos[0000−0003−3981−6245], Juan Aguado-Delgado[0000−0002−0532−2282], Adrián de Juan Lora, Adrián Domínguez, José-María Gutiérrez-Martínez[0000−0003−0134−1256]

Departamento de Ciencias de la Computación
Escuela Politécnica Superior – Universidad de Alcalá
28871 Alcalá de Henares (Madrid)
{mario.cobos,j.aguado,adrian.juan}@edu.uah.es
{adrian.dominguez,josem.gutierrez}@uah.es

**Resumen.** El presente artículo presenta una propuesta de arquitectura y metodología de trabajo desde un punto de vista conceptual para el desarrollo de videojuegos accesibles. Para la validación de la metodología propuesta se ha elaborado un prototipo de videojuego RPG (*Role-Playing Game* en dos dimensiones, apoyado en el framework LibGdx, característicamente minimalista, y contrastado con las Game Accessibility Guidelines. De este modo, resultó posible evaluar la viabilidad de la aproximación propuesta, así como el esfuerzo de desarrollo adicional requerido para su implementación, mediante la generación de un producto mínimo viable empleando herramientas elementales que, por su misma naturaleza, implican un esfuerzo de implementación superior al de la mayoría de motores comerciales.

**Palabras clave:** Accesibilidad, Videojuegos, Entornos 2D, RPG, Metodologías, LibGdx

## 1 Introducción

La industria del videojuego es uno de los sectores de actividad económica de carácter audiovisual de mayor fuerza en la actualidad, superando los 43.400 millones de dolares en ingresos solo en Estados Unidos a lo largo del año 2018. Sin embargo, y pese al innegable crecimiento de la industria, valorado en un 18% entre 2017 y 2018 [2], el medio sigue careciendo de pautas firmes en términos de accesibilidad. Donde sectores como el desarrollo web o el desarrollo móvil cuentan con numerosas guías que facilitan el desarrollo de aplicaciones accesibles, tales como WCAG 2.1 [3] o el manual de accesibilidad de Android [4], ampliamente utilizadas en el desarrollo de los correspondientes tipos de aplicación, la industria del videojuego se encuentra todavía en proceso de definición de sus propias pautas de accesibilidad, en la forma de las *Game Accessibility Guidelines* [5], su aplicación real es extremadamente limitada. De acuerdo al último censo

sobre discapacidad realizado por el Instituto Nacional de Estadística, un 8'5% de la población española presenta algún tipo de discapacidad [7], resultando, como consecuencia, la escasa aplicación realizada de diversas pautas de accesibilidad para facilitar el uso de aplicaciones de entretenimiento multimedia a diversos perfiles de diversidad funcional. El presente artículo tiene como propósito proponer una arquitectura software con la que modelar un videojuego accesible para personas con discapacidad visual. Para ello, se ha seleccionado un género específico de videojuego, y generado un prototipo completamente funcional sobre el que realizar la aplicación y verificación de las pautas de accesibilidad pertinentes.

## 2 Estado de la técnica

La accesibilidad se refiere al conjunto de técnicas y tecnologías que permiten a usuarios, con independencia de sus capacidades individuales, hacer uso de toda clase de productos, dispositivos, servicios o entornos [1]. Para ello, es fundamental prestar especial atención al diseño y, en el contexto de las tecnologías de la información, asegurar la accesibilidad universal de la aplicación mediante la no dependencia de interfaces de usuario restrictivas. Debido a las características del sector del videojuego, el desarrollo de productos verdaderamente accesibles en dicho campo se vuelve extremadamente complicado. A las dificultades presentadas por cualquier aplicación web, móvil o de escritorio, se suman, además, conflictos con la visión artística de los diseñadores.

Es necesario evaluar los distintos perfiles de diversidad funcional existentes, por lo que, a continuación, se ofrece una breve descripción de los mismos:

- **Discapacidad visual:** Involucra al sentido de la vista, englobando a todos aquellos usuarios que no pueden depender exclusivamente de la vista como canal para la transmisión de información esencial. Incluye perfiles tales como la ceguera total o parcial, o el daltonismo.
- **Discapacidad auditiva:** Involucra al sentido del oído, englobando a todos aquellos usuarios que no pueden depender exclusivamente del oído como canal para la transmisión de información esencial. Incluye perfiles de sordera total o pérdida de audición, aunque también se pueden ver afectados perfiles de hiperacusia.
- **Discapacidad motora:** Incluye a todas aquellas personas que encuentran dificultades a la hora de realizar movimientos o ejercer fuerza. La casuística cuando se trata la discapacidad motora es extremadamente amplia, resultando imposible describir todos los posibles perfiles incluidos, pero algunos ejemplos significativos incluyen parálisis total o parcial, o dificultades para controlar determinados gestos.
- **Discapacidad cognitiva:** Incluye todos aquellos perfiles que presentan dificultades no asociados a perfiles sensoriales para la adquisición, interpretación y memorización de información fundamental para el funcionamiento de una aplicación o sistema. Se trata de un grupo diverso, en el que encontramos casos tales como la dislexia, trastornos de pérdida de memoria y trastornos de déficit de atención.

Resulta evidente, por tanto, que el perfil más perjudicado en el contexto general de la industria del videojuego es el visual: la elevada dependencia del medio de elementos visuales para transmitir información, a menudo involucrando complejas interfaces que integran una visión estética con dicha información, supone un obstáculo claro de cara a su acceso a dicha información. Lo que es más, no existen pautas específicas homologadas de accesibilidad en videojuegos todavía, y a menudo resulta difícil, si no imposible, compatibilizar el producto con las tecnologías de asistencia disponibles a nivel comercial. Pese a todo, existen desarrollos específicos, tales como *Killer Instinct* [6], desarrollado por *Double Helix Games* y lanzado al mercado en el año 2013, que implementan ideas que facilitan la accesibilidad del producto. En el ejemplo citado específicamente, se trata del uso de efectos de sonido unívocos para eventos específicos, lo que, unido a una técnica de balanceo de sonido estéreo mediante audio 3D, permite a jugadores con ceguera total jugar al mismo nivel que un jugador sin ninguna clase de problema de visión.

## 3 Arquitectura

La arquitectura propuesta se basa en la idea de modularizar, en la medida de lo posible, el componente software del videojuego desarrollado. Para ello, se ha asumido el uso de un framework de desarrollo de videojuego, y la implementación de un motor de juego personalizado. Pese a ello, las ideas aquí expuestas son teóricamente extensibles al uso de motores comerciales convencionales, siempre y cuando se apliquen las consideraciones planteadas más adelante. La figura 1 representa la estructura básica conceptual de la arquitectura propuesta. Como se puede comprobar, el motor de juego combina el framework de desarrollo seleccionado con un módulo de accesibilidad accesorio, enlazándolo con una capa de scripting, estándar en industria. Cada módulo tiene responsabilidades clara-

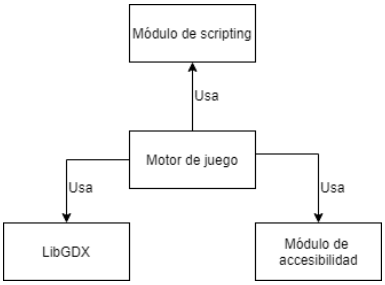



**Fig. 1.** Esquema de la arquitectura propuesta.

mente diferenciadas, como se describe a continuación:

– **Framework:** La responsabilidad del framework está definida por su misma naturaleza: ofrecer las funcionalidades básicas necesarias para el desarrollo

de la aplicación, e informar las decisiones específicas de diseño software que hayan de tomarse durante el desarrollo, al imponer una filosofía de diseño específica. En el contexto particular del desarrollo de un videojuego, un framework ofrecerá, normalmente, funcionalidades de entrada y salida tanto para la interacción con el jugador como para la gestión del sistema de archivos subyacente. Puede ofrecer, también, funcionalidades específicas de gestión de memoria, sistemas de físicas o utilidades para la implementación de la inteligencia artificial. Las funcionalidades y utilidades específicas dependerán del framework seleccionado, y modificarán, en parte, las necesidades presentadas por el motor de juego.

- **Motor de juego:** Se encargará de centralizar el funcionamiento de la aplicación, integrando el resto de elementos, y utilizándolos para generar las funcionalidades y mecánicas del juego. Actuará como corazón del conjunto, presentando un bucle de actualización secuencial que se repita de manera constante, normalmente informado por el framework seleccionado, y que ejecutará dos acciones de manera secuencial: actualizar el estado del juego y representarlo al jugador. El motor habrá de contar con una máquina de estados finita que permita abstraer la actualización de las distintas pantallas del bucle general de juego, así como contar con aquellos componentes que sean necesarios para el funcionamiento normal del videojuego. Este módulo deberá definir las abstracciones con las que harán interfaz los scripts de alto nivel que implementen elementos de alto grado de abstracción tales como mecánicas específicas e inteligencia artificial, y ofrecer soporte centralizado para la gestión de errores.
- **Módulo de accesibilidad:** Se encargará de proveer los mecanismos de accesibilidad de carácter puramente técnico. Por regla general, estos mecanismos se traducirán en compatibilizar el resultado con un lector de pantalla. Para facilitar un potencial despliegue multiplataforma, y permitir su integración limpia en el conjunto del videojuego, deberá implementarse siguiendo un patrón fachada. Esta fachada deberá contener, junto a los evidentes métodos para interactuar con lectores de pantalla, métodos de inicialización y limpieza de memoria. El método de inicialización es especialmente notable, dado que tendrá la responsabilidad de detectar el lector de pantalla habilitado en el sistema anfitrión sobre el que se está ejecutando el videojuego, adoptando los mecanismos necesarios para interactuar adecuadamente con el mismo cuando el motor lo solicite.
- **Módulo de scriting:** Se encargará de establecer la comunicación con un lenguaje de scripting de alto nivel, habitualmente empleados por los diseñadores de juego, y hará de intermediario con el motor de juego. Se encargará de solicitar las funcionalidades específicas de bajo nivel que los scripts implementados requieran, y de realizar la traducción de estructuras de datos entre lenguajes según sea necesario.

Además, para la gestión transparente de la máquina de estados, se propone la implementación de un sencillo sistema de mensajes internos en el motor de juego, en el que cualquier componente pueda solicitar internamente la ejecución de una

operación específica referente a la gestión de dicha máquina de estados, y en el que el propio motor sea el encargado de interpretar y coordinar la ejecución de dichas operaciones. De este modo, se garantiza que las transiciones entre estados pueden realizarse de manera coordinada y segura, y la comunicación con el resto de módulos se vuelve más sencilla y robusta.

Para la aplicación de estas ideas a motores comerciales, habrá de tenerse en cuenta que sólo es necesario desarrollar el módulo de accesibilidad, en caso de no existir todavía una opción disponible para el desarrollo, e integrarlo en el conjunto. La mayor parte de lenguajes de programación empleados para la elaboración de plugins compatibles con esta clase de motores son compatibles con las ideas aquí presentadas, pero deberá tenerse en cuenta, también, que el módulo de accesibilidad resultante probablemente no sea compatible con consolas de ningún tipo. En caso de desearse esta compatibilidad, será necesario implementar un sistema de Text-to-Speech propio, compatible con aquellas plataformas sobre las que se desee desplegar el proyecto, y utilizarlo como lector de pantalla a nivel interno.

## 4 Desarrollo del prototipo

El desarrollo del prototipo ha partido de las ideas recogidas en la propuesta de arquitectura, y se ha orientado al género RPG (*Role-Playing Game*), por tratarse de un género altamente dependiente del texto escrito. Proporcionaba, por tanto, una oportunidad perfecta para comprobar las posibilidades de los lectores de pantalla en el contexto de un videojuego. Es importante denotar, no obstante, que la misma naturaleza del género, más pausada por definición, implica la no dependencia del factor tiempo, lo que facilita el uso de lectores de pantalla. Sería necesario realizar estudios específicos para géneros con una alta dependencia de la temporalidad y el tiempo de respuesta del jugador antes de alcanzar una respuesta definitiva respecto al potencial de la aplicación de estas tecnologías de asistencia a un contexto general.

El prototipo implementado es un RPG Dungeon Crawler, en primera persona, modelado utilizando clásicos del género, tales como *Wizardry: Proving Grounds of the Mad Overlord* (©Sir Tech, 1980). El objetivo fundamental es, por tanto, la exploración de un laberinto plagado de peligros en busca de riquezas y fama, guiando los pasos de un grupo de aventureros en sus arriesgadas peripecias.

El motor se ha implementado utilizando *LibGdx* como framework, y se ha diseñado empleando un sistema de componentes: el objetivo era modularizar aún más el resultado para facilitar su mantenimiento y expansión futura, otorgando una escalabilidad adecuada a lo que no era sino un producto mínimo viable. Además de la arquitectura propuesta en el apartado anterior, incluyendo el sistema de mensajes internos, se implementó una interfaz gráfica personalizada basada en el uso de huecos de opciones y opciones de menú separadas conceptualmente, para facilitar la personalización de interfaces y su adecuación tanto a cambios en la especificación inicial como a futuros desarrollos basados en el uso del motor resultante.

Asimismo, se dividió la conceptualización de la accesibilidad en dos vertientes claramente diferenciadas: una de ellas estaría orientada al diseño del videojuego, y la otra se centraría en el aspecto técnico.

Respecto al diseño del juego, el procedimiento a seguir era claro: se elaboró una interfaz con alto nivel de contraste, empleando blanco sobre negro para la mayor parte de elementos, como se puede comprobar en la figura 2, y se prestó especial atención al diseño de sonido. El uso del apartado sonoro se basa en las técnicas empleadas por el ya citado *Killer Instinct*, aunque evalúa el uso de un lector de pantalla para adoptar una aproximación híbrida, reduciendo los costes de desarrollo derivados de la generación de efectos de sonido específicos para cada acción sobre cada elemento del juego, y delegando en el componente técnico el grueso de la transmisión de información mediante vias alternativas a la vista.

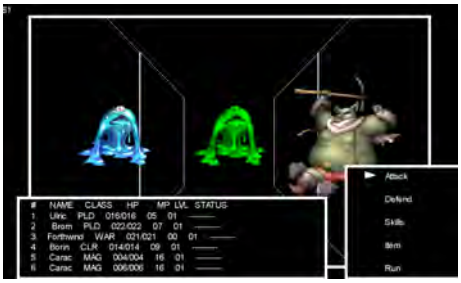



**Fig. 2.** Captura de pantalla del prototipo en funcionamiento.

En lo referente al lado técnico, se implementó el módulo de accesibilidad descrito en la arquitectura propuesta mediante el uso de la librería *Tolk*, una librería multilenguaje publicada con licencia *GNU Lesser General Public License*, y desarrollada principalmente por Davy Krager, Leonard de Ruijter, Axel Vugts y QuentinC. Esta librería ofrece wrappers para los lenguajes Java, C#, VB.NET, Python, Autolt y PureBasic, además de ser compatible de manera nativa con los lenguajes C y C++. La tabla 1 presenta los lectores de pantalla compatibles con la librería, tal y como se indica en la documentación de la misma, y especifica los sistemas operativos con los que dichos lectores de pantalla son, a su vez, compatibles [8]. Como se puede comprobar, el prototipo resultante es únicamente compatible con sistemas Windows. Esto se debe, fundamentalmente, a la dificultad de desarrollar lectores de pantalla multiplataforma, o interfaces software con lectores de pantalla para diversos sistemas operativos. Este hecho refrenda todavía más la idea de que implementar el módulo de accesibilidad mediante un patrón fachada es imprescindible: dicha implementación permite seleccionar dinámicamente la dependencia adecuada en función del sistema operativo anfitrión, y ocultar la complejidad de articular la comunicación con lectores de pantalla con independencia de la plataforma del resto de la arquitectura.

**Tabla 1.** Listado de lectores de pantallas compatibles con Tolk (en riguroso orden de acceso).

| Lector de pantalla | Voz | Braille | Estado | x86 | x64 | Sistemas operativos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| JAWS | Sí | Sí | No | Sí | Sí | Microsoft Windows |
| Window-Eyes | Sí | Sí | No | Sí | Sí | Microsoft Windows |
| NVDA | Sí | Sí | No | Sí | Sí | Microsoft Windows |
| SuperNova | Sí | No | No | Sí | No | Microsoft Windows |
| System Access | Sí | Sí | No | Sí | Sí | Microsoft Windows |
| Zoom Text | Sí | No | Sí | Sí | Sí | Microsoft Windows |
| SAPI | Sí | No | Sí | Sí | Sí | Microsoft Windows |

## 5 Validación

Para la validación del prototipo se han realizado pruebas, tanto con personas sin dificultades en la visión como con perfiles de ceguera total o parcial. El objetivo final era comprobar si resultaba posible navegar el conjunto del prototipo sin depender del sentido de la vista, cosa que se consiguió sin excesivas dificultades de manera consistente. La muestra de usuarios comprendía tanto a compañeros de la universidad, como a colaboradores voluntarios externos a quienes se hizo llegar el prototipo a través de Internet. Entre las apreciaciones recibidas, destaca la mayor curva de aprendizaje para asociar los distintos efectos sonoros al evento correspondiente, y la reducción en el ritmo de juego que algunos usuarios reportaron al necesitar esperar a conocer toda la información mediante su lector de pantalla antes de continuar. Cabe destacar que en el caso del ritmo de juego, las diferencias son fácilmente paliables mediante los ajustes que el propio lector de pantalla suele ofrecer al usuario. Además, antes de realizar pruebas con usuarios reales, se rellenó la sección referente a accesibilidad para perfiles de discapacidad visual ofrecido por *Game Accessibility Guidelines*. [5] Los resultados se recogen en la tabla 2. Pese a todo, el elevado nivel de satisfacción de los usuarios puso de manifiesto el especial impacto de determinadas pautas.

**Tabla 2.** Relación de pautas relevantes-implementadas en el prototipo de las Game Accessibility Guidelines.

| # Pautas relevantes | # Pautas implementadas | Relación |
|---|---|---|
| 15 | 9 | 60% |

## 6 Conclusiones

Conseguir alcanzar la accesibilidad universal en videojuegos es una tarea, en realidad, más ardua de lo que cabría esperar. Un gran número de pautas, de gran impacto por si solas, pueden ser aplicadas con un esfuerzo nimio, siempre que sean tenidas en cuenta durante la fase de diseño del videojuego. Por contra, otras pautas, como la inclusión de pistas de audio-descripción pregrabadas o la compatibilización con lectores de pantalla resultan extremadamente costosas de implementar en un desarrollo comercial, debido, en gran medida, a su práctica inexistencia en las herramientas empleadas para el desarrollo de videojuegos en la actualidad. Se evidencia, por tanto, la necesidad imperativa de aplicar tres líneas de actuación claramente diferenciadas. En primer lugar, es imprescindible concienciar a los desarrolladores de videojuegos de la facilidad con que gran parte de estas pautas pueden ser implementadas, y el potencial aumento en el beneficio económico que la resultante ampliación del público potencial podría ocasionar. En segundo lugar, es necesario generar herramientas que faciliten el desarrollo de videojuegos accesibles y que se integren de manera directa con los motores de videojuegos más extendidos en industria. Finalmente, es necesario proseguir la investigación en este campo para optimizar las técnicas y herramientas ya existentes, así como idear y validar nuevas aproximaciones que permitan una mayor aplicación de la accesibilidad al contexto específico del desarrollo de videojuegos.

## Referencias


1. World Wide Web Consotium. 'Accessibility' [Online] Disponible: https://www.w3.org/standards/webdesign/accessibility
2. Entertainment Software Association. 'U.S. Video Game Sales Reach Record-Breaking $43.4 Billion in 2018 '[Online] Disponible: https://www.theesa.com/press-releases/u-s-video-game-sales-reach-record-breaking-43-4-billion-in-2018/
3. W3C, 'Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1' [Online] Disponible: https://www.w3.org/TR/WCAG21/
4. Google, 'Accessibility overview' [Online] Disponible: https://developer.android.com/guide/topics/ui/accessibility
5. Game Accessibility Guidelines. [Online] Disponible: http://gameaccessibilityguidelines.com/
6. Game Accessibility Guidelines. 'Use distinct sound / music design for all objects and events' [Online] Disponible: http://gameaccessibilityguidelines.com/use-distinct-sound-music-design-for-all-objects-and-events/
7. Instituto Nacional de Estadística. 'Encuesta sobre discapacidades, autonomía personal y situaciones de dependencia'. [Online] Disponible: https://www.ine.es/prensa/np524.pdf
8. Davy Kager. 'tolk/Readme.md'. [Online] Disponible: https://github.com/dkager/tolk/blob/master/docs/README.md

# Sistema experto basado en reglas para la generación de Objetos de Aprendizaje adaptados a lectura fácil considerando la variabilidad de aprendizaje

C. Oyola-Flores [1], P. Ingavélez-Guerra [1, 2], V. Robles-Bykbaev [1], and S. Otón-Tortosa [2]

[1] GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador
[2] Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares (Madrid), España
coyola@est.ups.edu.ec, {pcingavelez, vrobles}@ups.edu.ec, salvador.oton@uah.es

**Resumen** En este artículo se presenta un sistema experto basado en reglas para automatizar la adaptación de objetos de aprendizaje orientados a estudiantes con determinado perfil de necesidades, considerando 32 directrices de lectura fácil basados en la normativa española UNE:153101 y la normativa UNE:17002. Por medio de este desarrollo se identifica que mediante la combinación de técnicas y herramientas inteligentes la automatización de las pautas y normativas en favor de procesos educativos inclusivos generan una estrategia que potencia la creación de nuevas metodologías educativas dirigida a estudiantes con discapacidad o estudiantes regulares. Los resultados preliminares son alentadores, ya que el sistema logra determinar las mejores configuraciones para adaptar 30 Objetos de aprendizaje con 166 componentes textuales a determinados perfiles de discapacidad como cognitiva, auditiva, así como bajo nivel de alfabetización y desconocimiento del idioma.

**Palabras clave:** Accesibilidad Web · Lectura fácil · Sistemas expertos · Objetos de aprendizaje · Metadatos.

## 1. Introducción

La tecnología y su funcionalidad en el proceso de aprendizaje, ofrece a los estudiantes una variedad de respuesta y experiencias avanzadas de navegación e interacción acorde a sus necesidades y preferencias de enseñanza. Sin embargo, estos nuevos horizontes se han planteado en un nivel generalista, enfocado a un mítico "estudiante típico" sin considerar la variabilidad del aprendizaje propia de cada persona, características que enriquecen un proceso educativo y constituye desafíos constantes para los desarrolladores de objetos de aprendizaje. A pesar de las oportunidades que la tecnología educativa presenta, aún es utilizada

para apoyar objetivos, métodos y evaluaciones de un curriculum tradicional, que excluyen a estudiantes que se encuentran en los márgenes, como son las personas en situación de discapacidad o que utilizan tecnologías de hardware y software limitadas. La presentación de información en múltiples medios apoya a los estudiantes en su comprensión, interpretación análisis y expresión.

Varios esfuerzos se han desarrollado para establecer directrices de accesibilidad, así como la normativa ISO/IEC 40500 [1] relacionada con accesibilidad web, ISO/IEC 24751-2 [2] y 24751-3 [2] adaptabilidad y accesibilidad individualizada en entornos de aprendizaje electrónico, información de los recursos a través de sus metadatos, UNE 153101 Lectura fácil, pautas y recomendaciones para la elaboración de documentos [3] entre otras propuestas que buscan desarrollar material para todos. Sin embargo, las especificaciones contienen una gran cantidad de información que a menudo desalientan a la mayoría de los desarrolladores de recursos educativos cuando se abordan problemas de accesibilidad [4]. Es necesario diseñar herramientas que favorezcan el desarrollo de contenidos digitales accesibles considerando la universalidad del aprendizaje y la diversidad en las preferencias y necesidades del estudiante [5].

El objetivo de este trabajo es proponer un sistema inteligente basado en reglas para la generación de objetos de aprendizaje accesibles, enfocado a 4 grupos de pautas establecidas en la norma UNE 153101:2018 de lectura fácil y 35 reglas que buscan la identificación de requerimientos en el perfil del estudiante para la dotación de textos adaptados a las necesidades y preferencias del usuario, considerando el análisis léxico, semántico y de contraste. Para detallar esta propuesta se presentan 4 secciones, en la primera sección podemos encontrar una breve reseña de trabajos relacionados, así como en la sección 2 se describe el sistema experto propuesto y la estructura que sustenta su proceso de evaluación. En la sección 3 se presenta los resultados preliminares aplicando las 35 normativas acorde al perfil de discapacidad. Finalmente en la sección 4 se presentan las conclusiones del trabajo realizado y líneas de investigación futuras.

## 2. Trabajo relacionado

Los aportes en normativas que guían en el proceso de implementación de accesibilidad en recursos educativos han sido valiosos. [6] señala la importancia de ISO/IEC 24751 al permitir describir las necesidades de accesibilidad del estudiante, así como también los recursos digitales y su adaptación. [7] basan su evaluación en ISO/IEC 40500, ISO 9241-151: Guía sobre las interfaces de usuario de la World Wide Web. Las diversas metodologías empleadas en varias investigaciones, señalan los esfuerzos por entender y aplicar la adaptabilidad, el auto aprendizaje, la auto organización [8], y la personalización [9] en recursos educativos. Las directrices o sugerencias que avalan una evaluación de accesibilidad son establecidas por diversas iniciativas y normas, [10] señala la necesidad de incorporar la revisión de otras pautas, estándares y especificaciones tales como ATAG, UUAG, WCAG-EM, WAI-AGE, WCAG2ICT, W3CMobile, ISO/IEC 9241:110 –Principios de diálogo, considerando también a las ISO /IEC 24751

parte 2 y 3, con ello el establecimiento de información de los recursos desarrollados, como son los metadatos los cuales enriquecen procesos de caracterización [11]. Estudios confirman que los mejores resultados para las métricas de estandarización, integridad, congruencia, coherencia, correlación y comprensibilidad [12] se obtienen de objetos de aprendizaje que permiten adaptarse a diversas necesidades y su información está correctamente etiquetada. El desarrollar objetos de aprendizaje que respondan a la variabilidad del aprendizaje requiere incorporar estrategias diversificadas y no adecuaciones individuales [13]. El resultado es un recurso educativo que da respuesta a la diversidad de los aprendices [14].

Por otra parte, en la última década se han generado diversas propuestas en las cuales intervienen técnicas de inteligencia artificial para realizar recomendación o adaptación de recursos educativos de acuerdo al perfil de los estudiantes. En esta línea, en [15] los autores describen una herramienta que incorpora un módulo de soporte a la toma de decisiones basado en reglas con el fin de clasificar objetos de aprendizaje en función de los estilos de aprendizaje de los estudiantes. Con este objetivo, los autores determinan las relaciones existentes en los estilos de aprendizaje y el estándar IEEE LOM (Learning Object Metadata), considerando 4 ejes fundamentales: procesamiento, percepción, entradas y organización. Cada eje tiene dos parámetros base: activo, reflexivo, sensorial, intuitivo, visual, verbal, secuencial y global, respectivamente. Las reglas se usan para puntuar qué campos se relacionan con el estilo de aprendizaje del estudiante, por ejemplo, un objeto de aprendizaje será apropiado para un estudiante de tipo reflexivo. Los autores realizaron 3 pruebas piloto que permitieron determinar en primera instancia que el sistema es apropiado para las siguientes fases de desarrollo.

Otra línea de gran interés ha sido la generación de sistemas tutores inteligentes, que tienen como objetivo personalizar el proceso de aprendizaje considerando distintos conocimientos base, habilidades, comportamiento y contextos en estudiantes. En este ámbito, se presenta una investigación que presenta al sistema OSCAR, un tutor inteligente conversacional que permite modelar el estilo de aprendizaje del estudiante en base a diálogos de lenguaje natural. En base al diálogo que establece OSCAR con el estudiante, puede adaptar de forma dinámica el objeto de aprendizaje de acuerdo al perfil del estudiante. Para ello, el sistema emplea árboles de decisión difusos que permiten generar modelos difusos predictivos que se combinan con el modelo de estilos de aprendizaje de Felder Siverlman. Las ontologías son otra técnica relacionada con el modelado y gestión del conocimiento que se ha empleado con gran éxito en diferentes áreas de la ciencia. En [16] se describe una propuesta híbrida que combina ontologías con el agrupamiento de patrones secuenciales a fin de recomendar contenidos educativos en línea a estudiantes. En este trabajo los autores emplean la ontología para modelar el conocimiento relacionado con el estudiante y los recursos de aprendizaje, mientras que la técnica de agrupamiento se emplea para descubrir patrones de aprendizaje secuenciales. Generando una alternativa para lidiar con datos dispersos que generalmente se presentan cuando se trabaja con recomendaciones en objetos de aprendizaje.

# 3. Descripción de la propuesta

Para el desarrollo de esta propuesta se presenta un entorno web organizado en 4 capas con cada uno de sus módulos que responden a la necesidad de la generación de Objetos de aprendizaje adaptados a lectura fácil considerando la variabilidad del aprendizaje capaz de almacenar y analizar en base a pautas de la normativa UNE:153101, un objeto de aprendizaje (O.A) dado por un Docente en su formato web exportado, mediante este entorno se brinda al docente la facilidad de adaptar y personalizar todo el contenido textual de su O.A a un perfil de estudiante determinado mediante la incorporación de un sistema experto que en combinación con técnicas de procesamiento de lenguaje natural, entrenamiento de modelos de lenguaje, empleo de expresiones regulares y a más de un análisis de contraste del O.A (UNE: 170002) para definir las mejores prácticas de accesibilidad, logran generar un recurso educativo en formato de libro electrónico adaptado (ePub) y personalizado a estilos de aprendizaje de estudiantes.

## 3.1. Módulo de extracción de Información

El módulo de extracción de Información mediante el empleo adecuado de técnicas como Scraping Web, realiza un proceso automatizado de taxonomía, análisis y procesamiento de la estructura DOM de cada uno de los componentes html que constituyen el O.A. Por medio de este procesamiento el sistema inteligente realiza una extracción y depuración de la arquitectura DOM descartando etiquetas contenidas en dichas estructuras html que no reflejan información relevante para la comprensión lectora como por ejemplo: "skipNav", "pagination noprt", "siteNav", entre otros. Este proceso se lo realiza de manera recursiva para cada N archivos html del O.A, obteniendo como resultado un texto depurado y almacenado en ficheros de textos, idóneos para posterior implementación de técnicas de procesamiento de lenguaje natural. En paralelo con este procesamiento y con el empleado de un navegador web sin cabecera se accede a cada contenido web del O.A, incluidos SVG y Canvas, esto con el objetivo de generar una captura de pantalla (screenshot) en cada uno de los componentes html, el resultado de este procesamiento es almacenado y posteriormente interpretado por el módulo de análisis de contraste para determinar las mejores prácticas al momento de emplear fondos y colores de textos en un O.A.

## 3.2. Sistema experto

El Módulo Sistema Experto identifica las configuraciones que mejor se adaptan a la variabilidad del aprendizaje de un determinado perfil de usuario empleando un sistema el cual mediante la aplicación de soluciones heurísticas (reglas) desarrollado en CLIPS lleva a cabo una identificación y una taxonomía de recomendaciones que satisfacen las necesidades de los usuarios con un perfil de discapacidad, emulando el conocimiento de un experto, constituido por:

- **Base de conocimiento:** se conforma por 35 recomendaciones para la redacción del texto en Lectura Fácil, dividido en 4 pautas: (i) Pautas y recomendaciones relacionadas con la ortotipografía, (ii) Pautas y recomendaciones relacionadas con el vocabulario y las expresiones, (iii) Pautas y recomendaciones relacionadas con frases y oraciones y (iv) Requisitos de accesibilidad para la rotulación, este último emplea como referencia la tabla orientativa de contrastes cromáticos definidos en la normativa UNE 170002, conformando así el conocimiento del experto en combinación con un conjunto de reglas con un significado propio de tipo declarativo que son la base para el sistema infiera cuales recomendaciones se ajustan o favorecen a su variabilidad del aprendizaje en el contexto de mejorar la comprensión lectora a un perfil de usuario determinado como: (i) Discapacidad intelectual, (ii) Discapacidad Auditiva - postlingüstica, (iii) Dislexia - Trastorno del aprendizaje de la lectura, así como Bajo nivel de alfabetización y Adulto mayor.
- **Base de hechos:** los hechos son el segundo componente para que el sistema experto estructure el conocimiento, los hechos representan la información sobre el escenario (necesidades) que es empleado para que el sistema razone, y en donde las reglas permiten que el sistema infiera qué configuraciones satisfacen estas necesidades, en esta base de hechos o base de datos global se registran todos los casos a ser determinados para cada perfil de discapacidad específico.
- **Motor de inferencia:** mediante este motor de inferencia se seleccionan las reglas que satisfacen la mejor solución/es para el perfil determinado; Gracias al entorno de control desarrollado se realiza una exploración metódica sobre la base de conocimientos para dicha selección presentando las configuraciones dadas por el S.E en un entorno Web al docente, implementando para ello un conjunto servicios web que permiten la comunicación entre la base de conocimiento y la interface con el docente.

Con el objetivo de determinar estas recomendaciones se define la arquitectura en donde el docente interactúa con un formulario de necesidades (interface con el usuario) que es la base para determinar el perfil de usuario sobre el cual ajustar las recomendaciones de lectura fácil. Este formulario es representado por un conjunto de 13 indicadores a ser respondidos por el docente, que responden a las 35 configuraciones definidas en la base de conocimiento, estas se pueden apreciar en la tabla 1 con su respectivas respuestas representadas en la tabla 2 para un perfil de discapacidad cognitiva:

Las respuestas a este formulario son analizadas por el sistema para determinar cuáles de éstas fueron respondidas y el tipo de respuesta (Verdadero / Falso). Al identificar dichas respuestas el sistema infiere las necesidades del docente para adaptar el contenido textual y de contrastes, el sistema genera un matching entre estas necesidades y nuestra base de hechos donde el motor de inferencia determina las mejores reglas que satisfacen estas necesidades presentando como resultado las recomendaciones que se definieron en la base de conocimientos.

| Indicador | Requerimientos |
|---|---|
| I1 | ¿Desea que en su texto se analicen signos poco habituales como @,&,etcétera? |
| I2 | ¿Su texto contiene o referencia información de organismos internacionales? Ejm. UNESCO, OMS, ONU, ? |
| I3 | ¿Desea que sean procesadas las listas para su mejor comprensión?. Ejm ( - Elemento 1, - 2 Elemento, -3 Elemento ) |
| I4 | ¿Desea que en su texto se agregue un glosario o glosa? |
| I5 | ¿Desea que en su texto se procese los adverbios y superlativos ? |
| I6 | ¿Desea que en su texto se procese abreviaturas y acrónimos ? |
| I7 | ¿Su texto contiene palabras de contenido indeterminado como: cosa, algo o asunto? |
| I8 | ¿Desea que en su texto se procese las fechas y formatos de horas ? |
| I9 | ¿Desea que en su texto se procesen los dígitos numéricos ? |
| I10 | ¿Su texto tiene conectores complejos como por lo tanto, no obstante, por consiguiente o sin embargo? |
| I11 | ¿Desea que en su texto se procese interlineado, longitud de texto y alineado de texto? |
| I12 | ¿Desea procesar los contrastes de color de su texto y fondo? |
| I13 | ¿Desea que en su texto se procese el uso de estilos, como cursiva, subrayado? |

**Tabla 1**. Formulario de necesidades.

| Discapacidad: Cognitiva | | |
|---|---|---|
| In | SI | No |
| I1 | x | |
| I2 | x | |
| I3 | | x |
| I4 | x | |
| I5 | | x |
| I6 | | x |
| I7 | x | |
| I8 | | x |
| I9 | x | |
| I10 | x | |
| I11 | x | |
| I12 | x | |
| I13 | x | |

**Tabla 2.** Respuestas formulario.

### 3.3. Procesamiento de lenguaje natural

El Procesamiento de lenguaje natural basado en las recomendaciones dadas como resultado por el sistema experto, reconoce los identificadores de cada recomendación definidos por el sistema previo a compilar con una serie de métodos desarrollados de técnicas de procesamiento de lenguaje. Dentro de este módulo se realiza un entrenamiento de modelo de lenguaje de spaCy (AnCora, Wikipedia*), como alternativa libre para el procesamiento avanzado del lenguaje natural, este entrenamiento se lo realiza con el objetivo de enriquecer el etiquetador estadístico de habla de spaCy para predecir de mejor manera textos como organizaciones propias de cada región o textos históricos, cabe recalcar que la retroalimentación sobre dicha predicción se basa en un gradiente de error calculado entre un diccionario de datos o ejemplo de entrenamiento y el resultado esperado. En combinación con expresiones regulares se logra procesar los textos extraídos originalmente y convertirlos en base a las configuraciones de la normativa UNE:153101 arrojadas por el sistema experto, obteniendo así un nuevo texto procesado para cada componente textual html, para posterior ensamblaje y generación del EPUB.

### 3.4. Análisis de contraste

Análisis de contraste basado en la normativa UNE 170002 responsable de definir las mejores prácticas para el manejo de contrastes en el uso de fondos y textos. En el desarrollo de esta propuesta se proporciona al docente un análisis sobre la gama de estos contrastes empleados en el O.A y si estos corresponden o no a las buenas prácticas para la elaboración y presentación de estos recursos educativos. Para ello se emplea un análisis automatizado en función de las similitudes visuales empleando el modelo CIE76.

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(L^*_2 - L^*_1)^2 + (a^*_2 - a^*_1)^2 + b^*_2 - b^*_1)^2} \quad (1)$$

Definiendo para ello una matriz de color que agrupa los colores percibidos, en el cada componente html y proceder a medir la distancia entre los puntos definidos en un espacio 3D CIELAB, empleado para dicha diferencia la fórmula Delta E similar a la distancia euclidiana (ver Fórmula 1), determinando en la Tabla 3 permitiendo analizar total de píxeles x colores, porcentajes de colores y una representación en paleta de colores para indicar al Docente las combinaciones de colores que se apegan a las buenas practicas, donde si Delta E <= 1.0, no perceptible por los ojos humanos, 1 - 2, perceptible a través de la observación cercana, 2 - 10, perceptible de un vistazo, 11 - 49,los colores son más parecidos que los opuestos, 100 los colores son exactamente opuestos.

### 3.5. Módulo de ensamblaje

Se presenta al usuario final un recurso personalizado y adaptado para personas con discapacidad basado en normativas de accesibilidad, asociando los resultados de todos los procesos definidos en las capas anteriores en un solo material que puede ser impartido en cualquier sistema de gestión de aprendizaje. Para lograr este cometido se tiene en cuenta el formato en el que va a ser presentado dicho resultado, siendo este un ePub que básicamente es un formato de archivo e-book que es reconocido en cualquier lector electrónico y comúnmente usado en la mayoría de LMS.

## 4. Resultados preliminares

Con el objetivo de analizar la propuesta planteada se han planteado un proceso de experimentación en el que intervienen algoritmos para medir la legibilidad lingüística.Con este objetivo se procede a realizar el análisis con pruebas ligadas a perfiles de discapacidad diferentes: cognitiva, auditiva, bajo nivel de alfabetización y desconocimiento del idioma, para este objetivo se analizaron 30 O.A. con un total de 166 componentes html procesados obteniendo un total de 664 análisis empleando para ello algoritmos de legibilidad, perspicuidad, lecturabilidad y análisis crawford, dicho análisis pre o post implementación de empleo del sistema arrojo un índice con texto original 62.68 y al emplear el sistema 66.58 de legibilidad para un caso de O.A. puntual para discapacidad cognitiva, al implementar el sistema inteligente en comparación con los textos originales presentados reflejando un incremento en los porcentajes para cada uno de los componentes analizados entre un 3 y 6 % posterior a la implementación del sistema inteligente y las configuraciones dadas por el S.E. Al identificar un buen índice de legibilidad por parte del docente se procede a generar un nuevo recurso digital adaptado a lectura fácil en formato de libro electrónico ePub.

## 5. Conclusiones

El desarrollo de este proyecto refleja un proceso complejo y necesario de adaptación a diferentes perfiles propios de la variabilidad de aprendizaje de cada persona, siendo este el objetivo de la accesibilidad para todos, beneficiando no

Figura 1: A figure

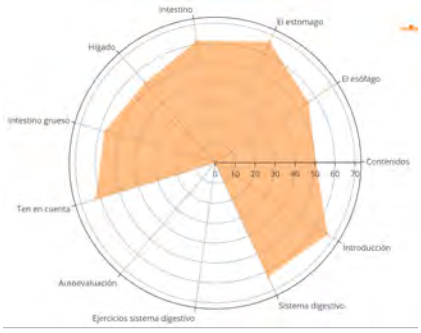



Figura 2: Another figure

solo a un área de discapacidad si no buscar las técnicas necesarias para generar un solo esfuerzo que favorezca a la mayoría de grupos históricamente excluidos, teniendo en cuenta las exigencias de cada uno de ellos. Al darse la posibilidad de replicar este trabajo se debe tener en consideración que con modelos de lenguaje entrenados así como el aumento de reglas en el sistema experto y una base de hechos de un mayor volumen se pueden abarcar mayores perfiles de discapacidad. Cabe mencionar que el desarrollo de esta propuesta se basa en una normativa UNE:153101 EX (experimental) y la identificación y automatización de 35 reglas posibles, esto quiere decir que se deben generar procesos de mejoras y adaptaciones sobre esta normativa en su totalidad, brindando la oportunidad de implementar nuevas técnicas y algoritmos que cumplan con las expectativas de varios perfiles de estudiantes y la validación de organismos competentes asociados con la discapacidad.

## Referencias

1. ISO/IEC 40500, «ISO/IEC 40500:2012 - Information technology – W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0», ISO, 2012. [En línea]. Disponible en: http://www.iso.org/cms html. [Accedido: 14-feb-2019]. ISO/IEC 24751-2:2008 Information technology – Individualized adaptability and
2. Matthew Luckie. CScamper: a scalable, extensible packet prober for active measurement of the internet, 2010.
3. ISO/IEC 40500, «ISO/IEC 40500:2012 - Information technology – W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0», ISO, 2012. [En línea]. Disponible en: http://www.iso.org/cms/ html. [Accedido: 14-feb-2019].
4. ISO/IEC 24751-2:2008 Information technology – Individualized adaptability and accessibility in e-learning, education and training – Part 2: “Access for all” personal needs and preferences for digital delivery», ISO, 2008. [En línea]. Disponible en: http://www.iso.org/cms/ html. [Accedido: 14-feb-2019].
5. ISO/IEC 24751-3:2008 - Information technology – Individualized adaptability and accessibility in e-learning, education and training – Part 3: “Access for all” digital resource description», ISO, 2008. [En línea]. Disponible en: http://www.iso.org/cms/render html. [Accedido: 14-feb-2019].

6. Norma UNE 153101:2018 EX. [En línea]. Disponible en: https://www.une.org/ [Accedido: 18-jun-2019]. A. Rodriguez-Ascaso y J. González Boticario, Accesibilidad y MOOC: Hacia una perspectiva integral, RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, vol. 18, n.o 2, may 2015. P. Ingavélez-Guerra et al., «A proposal based on knowledge modeling and ontologies to support the accessibility evaluation process of learning objects», en 2018 Congreso Argentino de Ciencias de la Informática y Desarrollos de Investigación (CACIDI), 2018, pp. 1-5.
7. R. Navarrete y S. Luján-Mora, «Bridging the accessibility gap in Open Educational Resources», Univ Access Inf Soc, vol. 17, n.o 4, pp. 755-774, nov. 2018. S. Wan y Z. Niu, «An e-learning recommendation approach based on the self- organization of learning resource», Knowledge-Based Systems, vol. 160, pp. 71-87, nov. 2018.
8. G. Pashev, G. Totkov, H. Kostadinova, y H. Indzhov, «Personalized Educational Paths through Self-Modifying Learning Objects», en Proceedings of the 17th International Conference on Computer Systems and Technologies 2016 - CompSysTech '16, Palermo, Italy, 2016, pp. 437-444. .
9. S. Sanchez-Gordon y S. Luján-Mora, «Web accessibility of MOOCs for elderly students», presentado en 12th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET 2013), 2013, pp. 1-6. .
10. G. Nikolopoulos, A. Kalou, C. Pierrakeas, y A. Kameas, «Creating a LO Metadata Profile for Distance Learning: An Ontological Approach», en Metadata and Semantics Research, vol. 343, J. M. Dodero, M. Palomo-Duarte, y P. Karampiperis, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012, pp. 37-48. .
11. S. B. Dias y J. A. Diniz, «Towards an Enhanced Learning Management System for Blended Learning in Higher Education Incorporating Distinct Learners?Profiles», Journal of Educational Technology Society; Palmerston North, vol. 17, n.o 1, pp. 307-319, 2014. .
12. CAST: About Universal Design for Learning». [En línea]. Disponible en: http://www.cast.org/our-work. [Accedido: 13-may-2019]. .
13. D. Fogli, L. Parasiliti Provenza, y C. Bernareggi, «A universal design resource for rich Internet applications based on design patterns», Universal Access in the Information Society; Heidelberg, vol. 13, n.o 2, pp. 205-226, 2014. .
14. Dorca, F. A., Araujo, R. D., De Carvalho, V. C., Resende, D. T., Cattelan, R. G. (2016). An automatic and dynamic approach for personalized recommendation of learning objects considering students learning styles: an experimental analysis. Informatics in education, 15(1), 45. .
15. Crockett, K., Latham, A., Whitton, N. (2017). On predicting learning styles in conversational intelligent tutoring systems using fuzzy decision trees. International Journal of Human-Computer Studies, 97, 98-115. .
16. Graf, S., Viola, S. R., Leo, T., Kinshuk. (2007). In-depth analysis of the Felder- Silverman learning style dimensions. Journal of Research on Technology in Education, 40(1), 79-93.

# Estudio de la accesibilidad en videojuegos 3D y propuesta de rúbrica de evaluación

Adrián de Juan Lora[1], Juan Aguado-Delgado[1], Mario Cobos[1], Adrián Domínguez[1] y José-María Gutiérrez-Martínez[1]

[1]Departamento de Ciencias de la Computación
Escuela Politécnica Superior - Universidad de Alcalá
28871 Alcalá de Henares (Madrid)
adrian.juan@edu.uah.es; j.aguado@edu.uah.es; mario.cobos@edu.uah.es;
adrian.dominguez@uah.es; josem.gutierrez@uah.es

**Resumen.** El presente artículo muestra los resultados obtenidos tras completar un estudio del nivel de accesibilidad alcanzable en videojuegos que involucren escenarios tridimensionales. Para ello se ha utilizado un motor de creación de videojuegos muy popular en la actualidad lo que ha permitido valorar, no sólo las barreras de accesibilidad que involucran intrínsecamente los videojuegos 3D, sino también evidenciar hasta qué punto se pueden generar productos accesibles mediante una tecnología de uso profesional, utilizada frecuentemente por la industria especializada.

**Palabras clave:** Accesibilidad, Videojuegos, Entornos 3D, Evaluación, Unreal Engine.

## 1. Introducción

La accesibilidad consiste en asegurar que un producto o servicio pueda ser usado satisfactoriamente por cualquier persona, independientemente de sus capacidades. Esta accesibilidad es una asignatura pendiente en la industria del videojuego, que es una de las industrias tecnológicas que más capital e innovación genera, además de tener un gran impacto cultural [1].

Aunque parece que hoy en día se presta más atención a la accesibilidad del software, no existe ninguna forma objetiva de medir el índice de accesibilidad de un producto o del conjunto de la industria del videojuego.

Ante esta necesidad, nos decidimos por crear un método propio de evaluación, que permita evidenciar los avances y carencias que se dan hoy en día en esta industria.

En el resto del artículo se puede encontrar una revisión sobre el concepto de Accesibilidad y su aplicación en videojuegos, una rúbrica que ayude a la evaluación, la descripción de un prototipo desarrollado, así como las conclusiones del trabajo y la bibliografía en que se sostiene.

## 2. Accesibilidad

El objetivo de esta sección es exponer el estado actual de la accesibilidad en los videojuegos, indicando los distintos perfiles de diversidad funcional que suelen ser considerados y las diferentes técnicas usadas para hacer accesible un videojuego 3D.

## 2.1. Perfiles de diversidad funcional.

La Cruz Roja divide los tipos de Discapacidad (de aquí en adelante, Diversidad Funcional) en tres: Física o Motora, Mental o Cognitiva y Sensorial [2].

La diversidad funcional motora implica trastornos físicos que impiden o dificultan el movimiento de una persona, la cognitiva involucra problemas de comunicación o aprendizaje y la sensorial influye en el desempeño de los sentidos.

### 2.1.1. Sensorial.

La diversidad funcional sensorial afecta a los sentidos del individuo. Aunque engloba cualquier impedimento en alguno de los cinco sentidos de la persona, normalmente las técnicas de accesibilidad en el software se centran en los sentidos de la visión y la audición, pues son aquellos que más afectan a la persona a la hora de interactuar con cualquier producto software.

Existen dos enfermedades principales a tener en cuenta en los perfiles de diversidad funcional auditiva:

- Hipoacusia: funciona como un término general por el cual se produce una pérdida en la audición, dificultando la percepción de los sonidos de bajo volumen. Si se produce una pérdida total se denomina cofosis.
- Hiperacusia: muestra síntomas de hipersensibilidad auditiva, que dependiendo del tipo puede desencadenar en vértigos, ataques de pánico, episodios de llanto, etc.

En los perfiles de diversidad funcional visual los esfuerzos suelen centrarse en:

- Baja visión: término general que suele englobar distintas condiciones como la miopía, la hipermetropía o las cataratas. Cualquier condición que dificulte la visión de la persona y, en particular, la distinción de formas, colores y la lectura en variadas distancias, se suele calificar como baja visión. Una pérdida total de la visión es calificada como ceguera. Cabe destacar que la mayoría de los casos de baja visión son evitables, pero suelen producirse por problemas en el cuidado de los ojos.
- Daltonismo: se caracteriza por la dificultad de una persona para distinguir colores, aunque existen varios tipos que presentan distintos síntomas. En el Acromático el individuo solo puede percibir los colores en una escala de grises. El monocromático es similar al anterior, sin embargo, todo se observa en una escala de uno de los tres pigmentos de los conos (Rojo, azul y verde). El dicromático se caracteriza por la ausencia de uno de los tres pigmentos, impidiendo que el individuo pueda distinguir colores en los que predomine dicho pigmento. Por último, el tricromático anómalo presenta los mismos síntomas que el anterior, pero viene dado no por la ausencia del pigmento, si no por problemas en los conos del color afectado.

### 2.1.2. Cognitiva

Las diversidades funcionales cognitivas afectan al procesamiento de la información, destacando dentro de dicho perfil:

- Síndrome de Down: causado por una copia extra del cromosoma 21. Las personas que padecen este trastorno genético tienen unas cualidades físicas

marcadas y presentan dificultades a la hora de adquirir nueva información, particularmente si viene dada de manera compleja.

- Dislexia: supone una dificultad en el aprendizaje que afecta a la lectura y la escritura, pudiendo también influir en la dicción y el habla. Viene dada por problemas en la automatización de los procesos de lectura y la asignación de fonemas erróneos, haciendo que el individuo confunda determinadas letras y números.

#### 2.1.3. Motora

La diversidad Motora es toda aquella que afecta a la movilidad y la movilidad fina del sujeto. Los diferentes perfiles motores no suelen ser clasificados por enfermedades, a diferencia del resto de perfiles, estos son clasificados siguiendo cuatro distintos criterios que indica la Cruz Roja [3]. Estos criterios son el tipo, el tono, la parte del cuerpo afectada y el grado de afectación.

También existen enfermedades que afectan a la movilidad fina de la persona, como la artritis o la enfermedad de Parkinson, que hacen que ciertos movimientos o posturas de las manos se vuelvan dolorosos.

### 2.2. Técnicas de accesibilidad.

Existen diversas técnicas y soluciones diseñadas para hacer un videojuego más accesible. En este apartado no se va a ofrecer una implementación de dichas soluciones, por el contrario, se va a explorar la manera más adecuada de diseñarlas.

Lo primero que se debe tener en cuenta respecto a la accesibilidad es que el jugador debe ser capaz de modificar la dificultad de los desafíos que presenta el juego, para personalizar la experiencia y ajustarla a sus necesidades. Para ello, es importante dar al jugador el control del juego, no sólo aportando niveles de dificultad, sino también características más concisas, como la velocidad del juego o de los enemigos, la fuerza del personaje protagonista, la velocidad de éste, etc. Cuantas más opciones pueda modificar el jugador, más se podrá adecuar el desarrollo de la partida y personalizar la jugabilidad del producto. Somos conscientes de que esto puede chocar con la visión artística del juego que tenga el diseñador, por lo que creemos oportuno encontrar un punto intermedio, respetando las propiedades inicialmente concebidas sin comprometer la experiencia del usuario. Así, por ejemplo, se puede explicar al jugador que determinadas opciones no deberían ser modificadas a no ser que sean un impedimento para el disfrute del juego.

Existen dos técnicas para mejorar la accesibilidad que destacan por encima del resto cuando se diseña para los perfiles de diversidad funcional auditiva:

- Subtítulos: muy populares en otros medios como el cine o las series, son la mayor ayuda que se le puede ofrecer a los perfiles auditivos, si bien son complejos de desarrollar de manera adecuada. Conviene tomar nota de otras industrias para saber cómo desarrollar subtítulos con gran calidad. Netflix, por ejemplo, ofrece una guía a la hora de desarrollar correctamente subtítulos para sus series [4]. Además de un tamaño adecuado, es importante que los subtítulos tengan un color que siempre contraste con los gráficos mostrados en cada momento, o un fondo translucido contra el que pueda contrastar. Como siempre, estas opciones del tamaño de los

subtítulos, su color, o el color del fondo deberían poder ser modificadas por el jugador. Además, siempre se debería anunciar qué personaje está hablando, ya sea asignando siempre un color al dialogo de dicho personaje, o poniendo su nombre al principio del subtítulo (solución óptima al no depender sólo del color). Es importante, además, que todo sonido vaya acompañado de subtítulos, esto se conoce como subtítulos totales, que indican cuando se produce un sonido relevante en el entorno.

- Pistas visuales: es un término que engloba cualquier efecto visual causado por una acción. Que un enemigo anuncie su ataque echándose para atrás o que los objetos coleccionables brillen son pistas visuales. Cuantas más pistas visuales existan en el juego, más fácil será para el jugador intuir la forma correcta de reaccionar. Un buen consejo para saber cuándo son necesarias es pensar si se necesita la reacción del usuario, ya sea proactiva, como activar un botón, o reactiva, como esquivar una trampa.

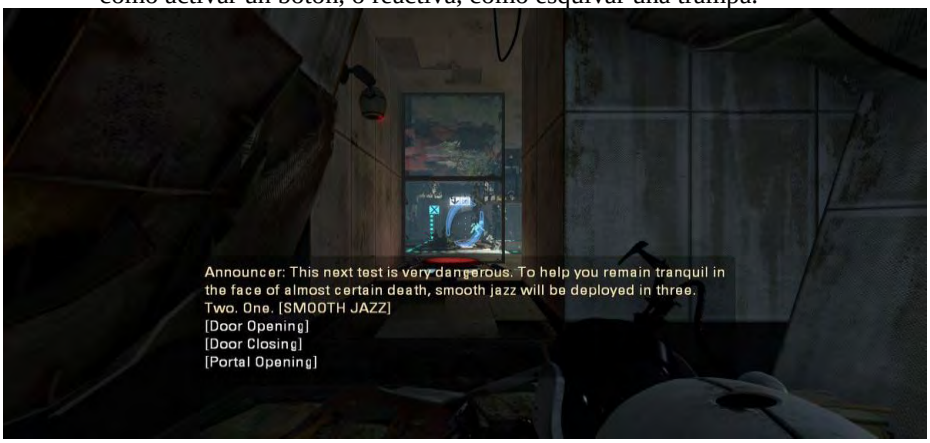



**Fig. 1:** Subtítulos totales en Portal 2

Para los perfiles visuales, la principal ayuda viene dada por el tamaño y el color:

- Es importante que el jugador pueda modificar el tamaño de los textos del juego, así como de los elementos de la interfaz.
- Una gran ayuda es que los elementos del juego contrasten entre sí. La forma más recomendable de hacer esto es con un modo de alto contraste diseñado por defecto, pero si no es viable siempre es posible añadir filtros visuales a la pantalla, que modifiquen los colores del juego para personas con Daltonismo.
- Una buena práctica consiste en hacer el juego compatible con los lectores de pantalla, que permiten al jugador escuchar los textos que le puedan resultar de difícil lectura.
- Es aconsejable incluir pistas auditivas, similares a las pistas visuales, que indiquen al jugador mediante sonidos cómo reaccionar a los eventos que se vayan presentando. La mejor manera de diseñar pistas auditivas y visuales es hacer que siempre vayan juntas, existiendo equivalencia semántica entre ellas.

Para los perfiles cognitivos, debemos centrarnos en cómo se presenta la información al jugador:

- El objetivo actual siempre debería mostrarse en pantalla y el jugador siempre debería poder acceder a una explicación más detallada de dicho objetivo desde el menú del juego. Además, la inclusión de un sistema de guiado hacia el objetivo ayuda al jugador a orientarse y a mantenerse centrado.
- Otra buena práctica consiste en incorporar modos que realcen la información importante que se muestra en pantalla. Un buen ejemplo de este mecanismo es el modo detective de los *Batman Arkham*.
- Si nos centramos en la dislexia, la inclusión de una fuente fácilmente legible (como *Open Dyslexic* [5]) permitirá la correcta lectura de los textos.
- Es importante añadir modo de pausa y puntos de guardado frecuentes, ya que el modo de pausa permite al jugador detener la acción y analizar bien la situación antes de enfrentarse a ella, mientras que los puntos de guardado permiten que pruebe varias formas de enfrentarse al desafío sin miedo a perder progreso.

**Fig. 2:** Modo detective de *Batman: Arkham Asylum.*

Para terminar, existe la falsa creencia de que en el desarrollo de software no se puede facilitar la accesibilidad a los perfiles motores, siendo las soluciones hardware el único camino para lograrlo. Aunque el hardware ciertamente influye mucho, existen algunas medidas que se pueden tomar para mejorar el software con relación a este perfil de accesibilidad:

- Es importante diseñar un sistema de controles personalizable y simplificado, que no exija mantener pulsadas muchas teclas o botones a la vez o durante mucho tiempo, pues para ciertas enfermedades puede ser doloroso.
- Es conveniente evitar los denominados *Quick Time Events* en los que el jugador debe pulsar rápidamente varios botones en un tiempo limitado. Si han de ser incluidos, es recomendable que puedan ser autocompletados por el sistema.

- Además, siempre es una buena práctica hacer el juego compatible con la mayor cantidad de controladores posible.

## 3. Rúbrica

No existe una métrica rigurosa para valorar el nivel de cumplimiento de la accesibilidad en los videojuegos, ya que es una característica que se suele tratar como un requisito no funcional. Al igual que el resto de los requisitos no funcionales, la accesibilidad se suele medir de manera relativa, cayendo cualquier producto en alguna clasificación entre nada accesible y universalmente accesible (accesibilidad total).

Al no existir ninguna métrica aproximada, surge la pregunta de cómo se puede medir la accesibilidad de los videojuegos actuales de manera efectiva, con el objetivo de poder comprobar si es valorada y desarrollada de manera correcta en la industria.

Por ello, decidimos elaborar nuestro propio sistema de medida en forma de rúbrica [6], con el objetivo de valorar la accesibilidad de un videojuego. En nuestra opinión, es importante que la rúbrica otorgue una puntuación cuantitativa, con distintos tramos que nos permitan saber cómo de desarrollada está la accesibilidad para cada perfil.

Tras considerar todas las ideas anteriores nos decidimos por una rúbrica que dispone de varias columnas. Cada perfil tiene asociadas las soluciones explicadas anteriormente, incrementando su puntuación conforme se satisfagan en mayor medida y de un modo correcto dichas soluciones. También indica qué soluciones se han implementado y cuáles no, marcándolas con distintos colores, de manera que, una vez diseñado el videojuego, se pueda comprobar rápidamente que perfiles y soluciones se pueden mejorar. Por último, nos parece desaconsejable penalizar el hecho de que no se hayan implementado medidas que no sean necesarias para el juego, por ejemplo, si el producto tiene por defecto unos subtítulos con trasfondo que siempre contrastan, no es necesaria una opción que permita cambiar el color de los subtítulos. Por ello, ante estas situaciones, recomendamos marcar la solución como implementada en la rúbrica, para que no penalice la puntuación final.

Cabe destacar que la rúbrica es un trabajo en desarrollo, y aún puede ser mejorada para que otorgue resultados más precisos.

Nos gustaría añadir que, aun siendo conscientes de la existencia de la lista de verificación de las *Game Accesibility Guidelines* [7], creemos que la métrica propuesta se diferencia de ésta al otorgar una puntuación y centrarse en el diseño en lugar de en la implementación. Por ello puede servir como elemento independiente en el diseño e incluso, ser un complemento para la lista de verificación comentada.

Los resultados de aplicar la rúbrica con varios videojuegos se pueden observar en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Resultados de la Rúbrica.

| Videojuego | Plataforma | Resultado |
|---|---|---|
| Assassin's Creed III: Remastered | Nintendo Switch | 53,402% |
| Assassin's Creed: Odissey | PS4 | 71,974% |
| Borderlands 3 | PS4 | 68.449% |
| Kingdom Hearts 3 | PS4 | 40,461% |
| Life is Strange 2 | PS4 | 46.936% |
| Prototipo de juego accesible | PC | 62.218% |
| The Legend of Zelda: Breath of the Wild | Nintendo Switch | 44.878% |

## 4. Prototipo en Unreal Engine

Tras haber desarrollado la métrica, se ha realizado una prueba para verificar la viabilidad de generar un videojuego 3D accesible con ella, con el objetivo de poder comprender mejor los resultados que mostrase la rúbrica.

Para poder hacer una prueba efectiva, se decidió usar uno de los motores de uso profesional más populares en la industria: Unreal Engine.

Tras una investigación inicial se descubrió que Unreal Engine no presta herramientas para desarrollar de manera sencilla la accesibilidad, más allá de un sistema propio de subtítulos. Sin embargo, dado que es un motor altamente extensible y modificable, se continuo con el prototipo.

Al comenzar la fase de análisis la intención era desarrollar un videojuego que cumpliera al menos una de las soluciones especificadas para cada perfil. Por este motivo se creó un juego de exploración en el cual el jugador tiene que controlar una nave para recoger cinco rocas esparcidas por un mapa.

Durante el desarrollo se encontraron ciertas dificultades:

- Unreal Engine, hasta su versión 4.17, no permitía desarrollar un sistema de personalización del esquema de controles.
- Es difícil hacer que el juego sea controlable con un sólo dispositivo, ya que el motor no permite la interacción del teclado con la interfaz.
- No es posible desarrollar un juego compatible con los lectores de pantalla, dado que no se pueden guardar los metadatos necesarios para que éstos funcionen.

Todas estas dificultades pueden ser superadas con suficiente tiempo y conocimiento, pero para un equipo de desarrollo pequeño y sin conocimientos de distintas disciplinas como diseño, ingeniería de sonido o diseño de usabilidad, resulta una tarea inabarcable.

**Fig. 3:** Prototipo de juego accesible en Unreal Engine

## 5. Conclusiones

Existen técnicas y soluciones para superar las barreras de accesibilidad bien conocidas en la industria. Mediante nuestra investigación, hemos podido comprobar que prácticamente todas las soluciones especificadas tienen algún ejemplo exitoso y bien

desarrollado en la industria. Sin embargo, no se ofrece documentación técnica de dichas implementaciones, dificultando el proceso de desarrollo en materia de accesibilidad.

Además, con los resultados obtenidos en nuestra rúbrica de evaluación, podemos comprobar que la mayoría de los videojuegos apenas implementan medidas de accesibilidad efectivas, alcanzando nuestro prototipo mejor resultados que la mayoría de los títulos comerciales (salvo *Borderlands 3*), a pesar de haber sido desarrollado por un equipo pequeño y en un tiempo muy limitado.

También hemos apreciado dificultades a la hora de satisfacer los principios de accesibilidad, dado que los motores de videojuegos no parecen tener herramientas que faciliten el desarrollo en este ámbito, volviendo así más costoso su desarrollo.

Con estos resultados, creemos que hay una evidente falta de preocupación por la accesibilidad en la industria del videojuego, siendo costoso desarrollar contando con dicha característica por la falta de herramientas y recursos, a pesar de que las grandes empresas parecen tener medios para lograrlo.

Por último, podemos concluir que desarrollar videojuegos accesibles no sólo aumenta la calidad del producto y lo abre a un mercado más amplio, sino que además satisface la obligación moral de ofrecer igualdad de acceso a los productos desarrollados.

## 6. Referencias


1. AEVI. *La industria del videojuego en el mundo*. http://www.aevi.org.es/la-industria-del-videojuego/en-el-mundo/
2. Cruz Roja. *Tipos y grados de discapacidad.* http://www.cruzroja.es/portal/page?_pageid=418,12398047&_dad=portal30&_schema=PORTAL30. (Consultado el 1 de octubre de 2019).
3. Cruz Roja. *Discapacidades motoras*. http://www.cruzroja.es/portal/page?_pageid=418,12391802&_dad=portal30&_schema=PORTAL30. (Consultado el 1 de octubre de 2019)
4. Netflix. *Timed Text Style Guide: General Requirements.* https://partnerhelp.netflixstudios.com/hc/en-us/articles/215758617-Timed-Text-Style-Guide-General-Requirements. (Consultado el 1 de octubre de 2019)
5. Open Dyslexic. *A Typeface for Dyslexia.* https://opendyslexic.org/
6. Juan Lora, A.; Gutiérrez Martínez, J.M.; Aguado Delgado, J. *Rúbrica de Accesibilidad.* Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1mImc_5qmd_50fjnvHy0IJTvnLcub_dLw/view?usp=sharing
7. Game Accessibility Guidelines. http://gameaccessibilityguidelines.com/

# Herramienta para el estudio del uso de metadatos de accesibilidad en internet

Daniel Ortega Moreno, Salvador Otón Tortosa
Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, España
E-mail: daniel.ortegam@edu.uah.es, salvador.oton@uah.es

**Resumen.** Los metadatos de accesibilidad pueden facilitar el acceso a internet a ciertos sectores de la población. Schema.org define ciertos modelos de datos para integrarlos en los contenidos disponibles en internet. Para el estudio del uso de estos metadatos se ha desarrollado una herramienta inspirada en el framework proporcionado por Web Data Commons que permite el análisis de millones de páginas web contenidas en los datasets de CommonCrawl. Se trata de un procesamiento paralelo y distribuido mediante el uso de ciertos servicios de Amazon Web Services que se lleva a cabo en un periodo del orden de días u horas y a un bajo coste.

**Palabras clave:** Accesibilidad Web, Common Crawl, metadatos, microdatos

## 1 Introducción

El acceso a internet es actualmente una necesidad para el desarrollo de gran parte de las actividades diarias de millones de personas por lo que es importante que todas puedan aprovechar las ventajas y recursos que proporciona este medio. Sin embargo, algunos sectores de la población pueden encontrar dificultades a la hora de interactuar con los contenidos de páginas web.

La accesibilidad web es una práctica que desarrolladores de páginas web, navegadores y dispositivos con acceso a internet pueden incluir en sus productos para eliminar las barreras que algunas personas pueden encontrar a la hora de utilizarlas y que en algunos casos puede ser un requisito legal. Para paliar estos problemas actualmente se disponen de muchos recursos y estándares que detallan como se deben crear páginas Web o herramientas accesibles entre los cuales destaca W3C [1] y WCAG [2].

Es importante también que buscadores y otras herramientas sean capaces de conocer que limitaciones, facilidades o incluso riesgos se pueden encontrar al acceder a las páginas web con el objetivo de mejorar los resultados de las búsquedas.

Esto se consigue a través de la integración de metadatos en el HTML de cada página web. Schema.org [3] mantiene un estándar que define una lista de propiedades y posibles valores que se pueden utilizar para describir las características de la accesibilidad web que un recurso presenta. No solo se deben describir los contenidos directos de la página sino también aquellos recursos a los que esta de acceso. Todo esto permite mostrar, por ejemplo, páginas que se declaren aptas para acceso de forma completamente auditiva a personas que sufran de discapacidad visual o evitando

mostrar a personas que padezcan epilepsia páginas que publiquen que contienen destellos de luz.

Actualmente existen herramientas y datasets públicos que recogen información sobre metadatos en páginas web como son el dataset de formato WAT de Common Crawl o el dataset 'RDFa, Microdata, and Microformat' de Web Data Commons. Estos datasets ofrecen información sobre todo tipo de metadatos, lo que provoca que en muchos casos la información sobre los metadatos de accesibilidad sea más incompleta y menos precisa en comparación con los resultados que ofrece la herramienta propuesta.

# 2 Schema.org

Schema.org, es una comunidad fundada por Google, Microsoft y Yandex que se encarga de crear, mantener y promover esquemas de metadatos para datos estructurados que se publican en Internet.

Estos metadatos buscan aportar de cierto sentido semántico a la página web con el objetivo de que buscadores y otras herramientas sean capaces de comprender mejor el contenido de esta.

## 2.1 Metadatos de accesibilidad

Bajo la categoría *Creative Work,* que contiene subcategorías como *Book*, *Article*, *WebPage* y *Media Object* entre otros, se definen siete propiedades y sus correspondientes posibles valores que buscan abarcar la totalidad de aspectos de la accesibilidad web.

Las propiedades que establece Schema.org para CreativeWork son las que se muestran en la siguiente figura:

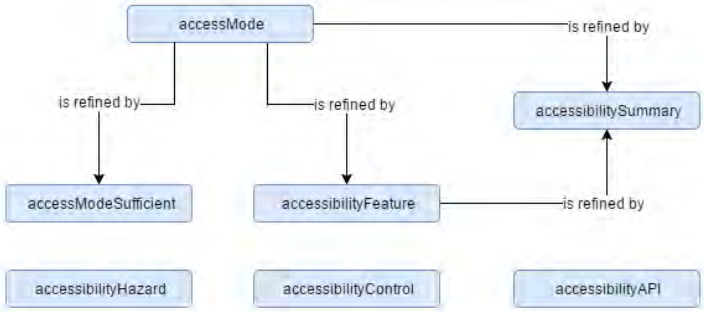



**Figura 1.** Metadatos de accesibilidad de CreativeWork en Schema.org

En la siguiente tabla se describen todos los metadatos de accesibilidad del tipo CreativeWork propuesto por Schema.org:

| PROPIEDAD | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| ***accessMode*** | El sistema perceptivo sensorial humano o facultad cognitiva a través del cual una persona puede procesar o percibir información. |
| ***accessModeSufficient*** | Una lista de accessModes únicos o combinados que son suficientes para entender todo el contenido intelectual de un recurso. |
| ***accessibilitySummary*** | Un resumen legible por humanos de características o deficiencias específicas de accesibilidad, consistente con los otros metadatos de accesibilidad, pero que expresa sutilezas tales como "Están presentes descripciones cortas, pero se necesitarán descripciones largas para usuarios no visuales" o "Están presentes descripciones cortas y no se necesitan descripciones largas." |
| ***accessibilityFeature*** | Las características del contenido del recurso, como el contenido multimedia accesible, las mejoras soportadas para la accesibilidad y las alternativas. |
| ***accessibilityHazard*** | Una característica del recurso descrito que es fisiológicamente peligrosa para algunos usuarios. Relacionado con la guía 2.3 de WCAG 2.0.<br>Las tres propiedades negativas deben establecerse si no se conoce ninguno de los peligros. Si el contenido tiene peligro (s), incluya aserciones positivas para los peligros que tiene y afirmaciones negativas para los demás.<br>Si la propiedad no está configurada en positivo o negativo o se define específicamente como desconocida, el estado de los peligros no se conoce. |
| ***accessibilityControl*** | Identifica uno o más métodos de entrada que permiten el acceso a toda la funcionalidad de la aplicación. |
| ***accessibilityAPI*** | Indica que el recurso es compatible con la API de accesibilidad referenciada. |

**Tabla 1.** Metadatos de accesibilidad de Schema.org para el tipo CreativeWork.

## 2.1 Formato de datos

Schema.org propone tres especificaciones de anidamiento de metadatos en HTML para la integración de sus esquemas. Estas especificaciones son *microdata*, *RDFa* y *JSON-LD* de las cuales la más extendida es *microdata.* Cada una de estas especificaciones tiene una estructura y vocabulario propio.

A continuación, se muestra un ejemplo de metadatos de accesibilidad representados mediante cada una de estas especificaciones:

**Microdata:**

```
<div itemscope="" itemtype="http://schema.org/Book">

   <meta itemprop="accessibilityFeature" content="alternativeText"/>
   <meta itemprop="accessibilityControl" content="fullKeyboardControl"/>
   <meta itemprop="accessibilityControl" content="fullMouseControl"/>
   <meta itemprop="accessibilityHazard" content="noFlashingHazard"/>
   ...

</div>
```

**Figura 2.** Metadatos de accesibilidad representados mediante microdata

**RDFa:**

```
<div vocab="http://schema.org/" typeof="Book">

   <meta property="accessibilityFeature" content="alternativeText"/>
   <meta property="accessibilityControl" content="fullKeyboardControl"/>
   <meta property="accessibilityControl" content="fullMouseControl"/>
   <meta property="accessibilityHazard" content="noFlashingHazard"/>
   ...

</div>
```

**Figura 3.** Metadatos de accesibilidad representados mediante RDFa

**JSON-LD:**

```
<script type="application/ld+json">
{
  "@context": "http://schema.org",
  "@type": "Book",
  "accessibilityControl": ["fullKeyboardControl","fullMouseControl"],
  "accessibilityFeature": "alternativeText",
  "accessibilityHazard": "noFlashingHazard"
}
</script>
```

**Figura 4.** Metadatos de accesibilidad representados mediante JSON-LD

## 3 Common Crawl

La Fundación Common Crawl [4] es una organización que pretende democratizar el acceso a los contenidos que proporciona Internet mediante la producción y el mantenimiento de un repositorio abierto desde marzo de 2014 y que se amplía cada mes con información sobre millones de páginas web. Esta información se obtiene mediante un recorrido o *crawl* de internet y se aloja en el programa de datasets públicos de Amazon Web Services.

La información de cada página web recogida se almacena en tres formatos distintos los cuales son WARC, WAT y WET. De estos el más completo es WARC ya que contiene el HTML completo de la página además de metadatos sobre su extracción y servidor en el que está ubicada entre otros por lo que será el elegido para el uso de esta herramienta.

## 4 Framework

El framework que automatiza el análisis de los miles de archivos que conforman cada publicación mensual de Common Crawl está inspirado en la herramienta que proporciona Web Data Commons [5].

Este framework realiza un procesamiento paralelo y distribuido de los archivos mediante el uso de servicios proporcionados por Amazon Web Services [6]. En concreto los servicios utilizados son Simple Queue Service (SQS) para la asignación de tareas, Elastic Compute Cloud (EC2) para procesar el contenido de los archivos y Simple Storage Service (S3) para el almacenamiento del software que deben ejecutar las instancias de EC2 así como los resultados que produzcan.

La coordinación y monitorización de este proceso se realiza desde otra máquina que puede ser local u otra máquina virtual en la nube que se denominará Master.

A continuación, se muestra un esquema del funcionamiento de esta herramienta:

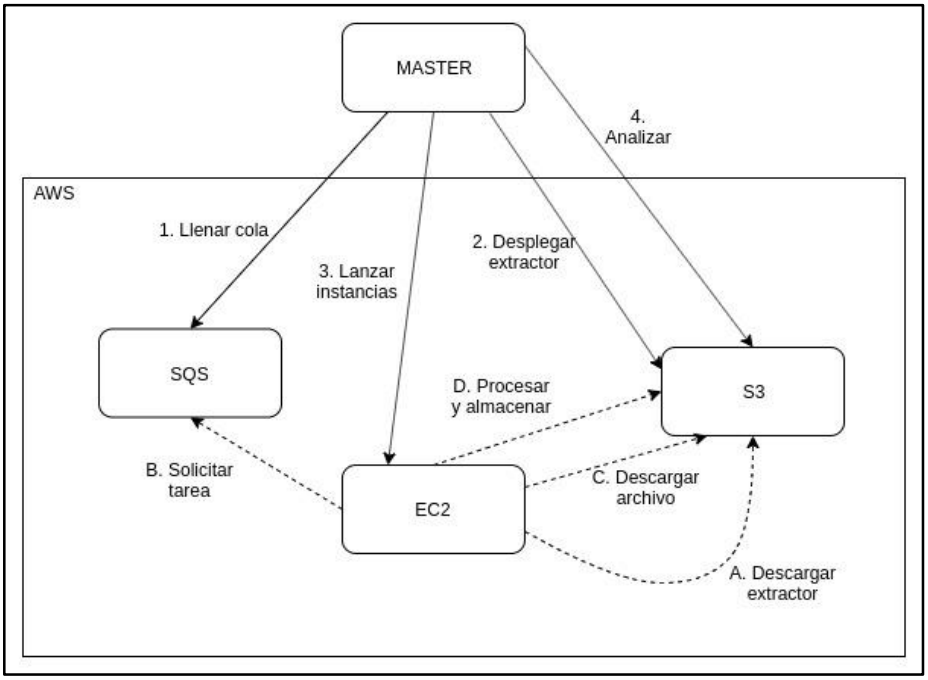



**Figura 5.** Esquema de funcionamiento del framework.

En esta figura las líneas continuas representan acciones que debe llevar a cabo el usuario desde la máquina Master mientras que las líneas discontinuas representan las interacciones del software con los servicios de AWS una vez iniciado.

# 5 Extracción de metadatos

## 5.1 Algoritmo

El usuario debe definir en un archivo de formato json los vocabularios, propiedades y valores admitidos que se desean extraer. Esto permite ampliar la funcionalidad de esta herramienta a metadatos no relacionados con la accesibilidad, por ejemplo, aquellos relacionados con contenidos educativos [7].

Cada archivo WARC [8] consta de múltiples registros de páginas web. Para cada uno se aísla el fragmento relevante, el HTML, y se analiza.

Este análisis consiste en una búsqueda en profundidad de su estructura llamando a un método cuando se accede a cada nodo y a otro distinto cuando se abandona.

La búsqueda será fundamentalmente distinta para el formato JSON-LD que para los otros dos ya que este recoge toda la información en un solo elemento HTML con etiqueta script. Cuando se encuentra uno de estos elementos se comprueba que su atributo type contenga "application/ld+json". Dentro del objeto JSON se comprueba que el atributo @context contenga “schema.org”. Si alguna de estas condiciones no se cumple, se descartará el elemento. En caso de coincidir, se almacena el atributo @type del objeto y se buscarán los atributos deseados con el nombre de las propiedades mencionadas anteriormente.

Para los otros dos formatos se mantienen dos pilas de elementos. Cuando se accede por primera vez a un nodo, si se encuentra una declaración de un objeto (atributos itemscope e itemtype para microdata y vobac y type para RDFa) cuyo vocabulario contenga “schema.org”, se creará un nuevo elemento en la pila correspondiente. Si se encuentra una propiedad deseada (atributo itemprop para microdata y property para RDFa), se añadirá esta al último objeto introducido en la pila. Cuando se sale de un nodo en el que se había encontrado un objeto, se extrae el objeto en la cima de la pila y, si contiene alguna propiedad buscada, se almacenará; en caso contrario será descartado.

## 5.2 Resultados

Los datos extraídos se almacenan en formato JSON por lo que es sencillo procesarlos con una aplicación que acceda a los archivos almacenados en S3 o integrarlos en una base de datos noSQL compatible con este formato como MongoDB [9], donde se podrán realizar consultas para obtener la información deseada.

Para cada archivo analizado se generará un documento en la colección **stats,** que contendrá estadísticas sobre el procesamiento de este archivo. El esquema de estos documentos es el siguiente:

```
{
    "file" : "crawl-data/CC-MAIN-YYYY-WW/...",
    "date" : "YYYY-MM",
    "total" : 12345,
    "found" : 12,
    "duration" : 123.456,
    "rate" : 123.456,
}
```

**Figura 6.** Esquema de un documento de estadísticas

Para cada página web en la que se encuentren metadatos de accesibilidad se almacenará un documento en la colección **data,** que contendrá la información extraída. El esquema básico de estos documentos es el siguiente:

```
{
    "file" : "crawl-data/CC-MAIN-YYYY-WW/...",
    "date" : "YYYY-MM",
    "domain" : "www.example.com",
    "url" : "https://www.example.com/example",
    "items" : [
        {
            "format" : "Microdata",
            "name" : "Book",
            "tag" : "div",
            "properties" : [
                { "name" : "accessibilityFeature", "value" : "alternativeText" },
                { "name" : "accessibilityControl", "value" : "fullKeyboardControl" },
                { "name" : "accessibilityControl", "value" : "fullMouseControl" },
                { "name" : "accessibilityHazard", "value" : "noFlashingHazard" },
                ...
            ]
        },
        ...
    ]
}
```

**Figura 7.** Esquema de un documento de datos

## 6 Coste

Para el cálculo del coste aproximado se toma como referencia el dataset de septiembre de 2019 que está formado por 56000 archivos con un tamaño total de 56TiB y un tiempo medio de procesamiento de 6 minutos. El cálculo se va a realizar sobre el uso de 8 instancias spot de tipo c5.2xlarge de EC2 las cuales tienen 8 núcleos cada una, por lo que van a procesar ese mismo número de archivos de forma paralela con un coste aproximado de 0.087 USD por hora. (Tanto el tiempo medio de procesamiento como el coste por hora de cada instancia puede variar en gran medida dependiendo de la región de AWS escogida)

(56000 archivos * 6 minutos/archivo) / 60 minutos/hora = 5600 horas
(5600 horas / núcleo) / (8 núcleos/instancia) = 700 horas / instancias
(700 horas / instancia) / 8 instancias = 87.5 horas
700 horas / instancia * $0.087 / instancia / hora = $61 = 55.5€

El resultado sería una duración total de 87.5 horas y un coste de 55.5 euros para el análisis del dataset de un mes. El usuario puede escoger otro tipo y otra cantidad de instancias lo que resultará en una variación en el periodo de tiempo requerido mientras que el coste no se verá modificado en gran medida.

## 7 Conclusiones

La utilización de metadatos de accesibilidad en las páginas que se publican en Internet hace más sencillo el análisis de sus características de accesibilidad y por lo tanto su adecuación a distintos perfiles de discapacidad. Desde Schema.org (apoyado por empresas tan importantes como Google o Microsoft) se ha promulgado su uso, pero objetivamente no sabemos cuál es el número de páginas que realmente hacen uso de los mismos.

Esta herramienta permite conocer datos como un porcentaje aproximado de páginas web que utilizan estos metadatos, las propiedades y valores más utilizados, los dominios que más los utilizan, detectar fallos cometidos al integrar estos datos, etc.

Esto permite la monitorización a lo largo del tiempo, mediante el análisis de los datasets publicados en el pasado o de aquellos que se generen en el futuro, lo que puede permitir a ciertas organizaciones promover o mejorar el uso de metadatos de accesibilidad.

## Referencias


1. World Wide Web Consortium, W3C. https://www.w3.org/ (Consultado el 20 de septiembre de 2019).
2. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1, W3C Recommendation 05 June 2018. https://www.w3.org/TR/WCAG21/ (Consultado el 20 de septiembre de 2019).
3. Schema.org. https://schema.org/ (Consultado el 20 de septiembre de 2019).
4. Common Crawl. http://commoncrawl.org/ (Consultado el 20 de septiembre de 2019).
5. Web Data Commons. http://webdatacommons.org/ (Consultado el 20 de septiembre de 2019).
6. Amazon Web Services. https://aws.amazon.com/ (Consultado el 20 de septiembre de 2019).
7. Navarrete, R., Luján-Mora, S. (2018). *A quantitative analysis of the use of microdata for semantic annotations on educational resources.* Journal of Web Engineering, Vol. 17, No.1&2: 045-072.
8. MongoDB. https://www.mongodb.com/ (Consultado el 20 de septiembre de 2019).
9. WARC standard. https://iipc.github.io/warc-specifications/specifications/warc-format/warc-1.1/ (Consultado el 20 de septiembre de 2019).

# Análisis del rendimiento de las tecnologías DOTS para el desarrollo de videojuegos con Unity

Adrián Domínguez[1], Víctor Fernández-Pascual [2], Juan Aguado-Delgado[1], Sergio Caro-Alvaro[1]

[1]Departamento de Ciencias de la Computación
Escuela Politécnica Superior - Universidad de Alcalá (España)
adrian.dominguez@uah.es, j.aguado@edu.uah.es, sergio.caro@uah.es

[2] Centro Universitario de Tecnología y Arte Digital (U-Tad)
Universidad Camilo José Cela (España)
victor.fernandez@live.u-tad.com

**Resumen.** Las tecnologías del Data-Oriented Technology Stack (DOTS) suponen un drástico cambio en la arquitectura del motor de desarrollo de videojuegos Unity. Estas tecnologías están enfocadas al aprovechamiento de los procesadores multinúcleo para provocar grandes mejoras de rendimiento en videojuegos o películas de animación en tiempo real, manteniendo al mismo tiempo un código fuente sencillo donde no sea necesario gestionar las complejidades habituales de la programación concurrente. Este estudio busca analizar de qué manera cada una de las tecnologías DOTS puede mejorar el rendimiento de un videojuego. Para ello se desarrollará un videojuego simple utilizando estas tecnologías y se medirán las mejoras de rendimiento que provoca cada una de ellas, comparándolas a su vez con una versión del juego desarrollada con la arquitectura tradicional de Unity.

**Palabras clave:** videojuegos, desarrollo, optimización, multinúcleo, rendimiento.

## 1. Introducción

El motor de videojuegos Unity permite la creación de proyectos para todo tipo de dispositivos: Consolas, ordenador, dispositivos móviles, realidad virtual y realidad aumentada. Además, este motor ofrece gran cantidad de servicios como herramientas en la nube, monetización, control de versiones, publicidad, servidores o comunicación en línea [1]. Algunas de las mejoras más importantes en sus últimas versiones han estado destinadas al aprovechamiento del hardware en distintos contextos, como el canal de renderizado en alta definición (*HDRP*), el canal de renderizado ligero (*LWRP*) o las tecnologías DOTS (*Data Oriented Tech Stack*) [2].

De entre todas estas novedades, la introducción de DOTS supone un drástico cambio en la forma de desarrollar software en Unity, al reemplazar la arquitectura tradicional, de tipo *object-centric*, por una nueva arquitectura de tipo *property-centric* [3], con el

objetivo de mejorar el rendimiento del motor y el aprovechamiento que este hace del hardware.

La principal premisa de las tecnologías DOTS es la capacidad de aprovechar los procesadores multinúcleo mediante una arquitectura diseñada para facilitar la escritura de código fuente que pueda ejecutarse de manera concurrente; pero sin la necesidad de gestionar las habituales complejidades que esto implica, como condiciones de carrera, sincronización de hilos, etc. Este estudio pretende mostrar hasta qué punto cada una de las tecnologías DOTS contribuye a mejorar el rendimiento del motor, así como a analizar qué ventajas tendría el uso de esta tecnología para desarrollar videojuegos.

## 2. Tecnologías DOTS

El conjunto de tecnologías DOTS o, lo que es lo mismo, el conjunto de tecnologías orientada a los datos multiproceso de alto rendimiento, fue introducido por *Unity*, en forma de *preview*, en su versión 2019.1f1.

En la GDC (*Game Developers Conference*) de 2019, en la que *Unity* presentó estás tecnologías, se pudo apreciar la intención con la que implementaban este cambio: reconstruir las bases principales de Unity [4].

Este conjunto de tecnologías hace posible que el software desarrollado con Unity utilice a fondo los procesadores multinúcleo sin necesidad de un amplio conocimiento técnico sobre programación concurrente por parte de los desarrolladores, permitiéndoles así conseguir grandes mejoras de rendimiento más fácilmente. El conjunto de tecnologías DOTS está formado por tres pilares fundamentales relacionados estrechamente entre sí:

1. El sistema de trabajos de *C#* (C# Jobs System) para ejecutar código multiproceso de manera efectiva.
2. El sistema de componentes de entidad (Entity Component System - ECS) para escribir código de alto rendimiento de manera predeterminada [5].
3. El compilador *Burst* para producir código nativo altamente optimizado.

Estas características de DOTS les dan a los programadores una caja de herramientas para escribir código multiproceso sumamente eficiente, lo que, según Unity, permitiría crear juegos que se pueden ejecutar en una gran variedad de *hardware*, crear mundos mucho más ricos con más elementos y simulaciones mucho más completas e incluso optimizar el control térmico y el tiempo de vida de la batería en los dispositivos móviles de los jugadores. Así mismo, al pasar del diseño orientado a objetos al diseño orientado a los datos, se volvería más sencillo volver a utilizar el código y que otros puedan entenderlo y trabajar con él. [6]

En este estudio realizaremos un experimento aplicando de manera incremental cada una de estas tecnologías al desarrollo de un videojuego sencillo, para estudiar en qué medida cada una de ellas mejora el rendimiento del juego. A continuación, se describe cómo se llevará a cabo este trabajo.

# 3. Metodología

Para probar de qué manera las tecnologías DOTS afectan al rendimiento de un videojuego, se ha desarrollado un prototipo de juego sencillo que incluye varias funcionalidades básicas de *Unity*:

- Movimiento por código.
- UI Básico.
- Creación y destrucción de objetos.
- Detección de colisiones y *triggers*.
- Búsqueda y comunicación entre *scripts*.

El prototipo se ha elaborado utilizando diferentes tecnologías DOTS aplicadas de manera incremental, así como mediante la arquitectura tradicional de Unity, comparando posteriormente el rendimiento de cada una de estas versiones:

1. Programación tradicional.
2. *C# Job System*.
3. *ECS* híbrido.
4. *Burst Compiler*

## 3.1. Características del prototipo

El prototipo desarrollado está basado en un sencillo *space shooter* en el que el jugador controla una nave que se mueve en los ejes vertical y horizontal y dispara hacia delante. Los enemigos, que aparecerán en la parte superior de la pantalla, se desplazan verticalmente y disparan de la misma manera.

A su vez, con el fin de poder tener más elementos en pantalla, aparecen naves en distintos planos por debajo del jugador. Estas naves no interactúan con él de ninguna manera, forman parte del decorado. A modo de ilustrar mejor el prototipo, en la figura 1 se muestra una captura de pantalla de su acabado final.

## 3.2. Diseño del experimento

El experimento llevado a cabo consistió en ejecutar cada una de las versiones del juego desarrolladas estudiando cuantos elementos del juego eran capaces de mostrar en pantalla hasta llegar a un número de fotogramas por segundo de 30, el valor mínimo habitual que se exige en cualquier videojuego. En cada prueba se comenzó con 100 naves y se fue incrementando este valor hasta que los fotogramas por segundo llegaron a un valor estable de 30. En ese momento se utilizó el monitor de recursos del sistema operativo para observar el porcentaje de uso de la CPU (Central Processing Unit) y de la GPU (Graphics Processing Unit). [7]

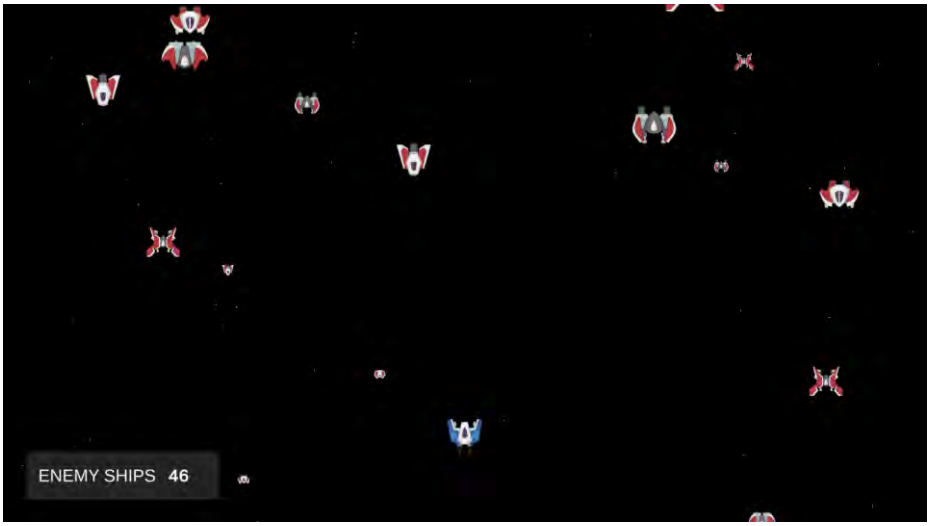



**Fig. 1.** Captura de pantalla del juego.

### 3.3. Especificaciones del equipo

Para el análisis del rendimiento del prototipo elaborado se utilizó un equipo con las siguientes características técnicas:

- *Sistema Operativo Windows 10 Home 64 bits.*
- *Procesador Intel (R) Core (TM) i7-6700k CPU @ 4.00 GHz 4.00 GHz.*
- *Memoria RAM de 16,0 GB.*
- *Tarjeta gráfica NVIDIA GeForce GTX 980 Ti*

## 4. Resultados

### 4.1. Arquitectura tradicional

En primer lugar se desarrolló el prototipo utilizando la arquitectura tradicional de Unity, basada en componentes, para estudiar su rendimiento. Como podemos observar en la tabla 1, con esta versión se alcanza el número de 1.800 elementos simultáneos en pantalla con un valor de 30 FPS.

Asimismo, durante su ejecución tan solo se utiliza un 10% de la capacidad de la tarjeta gráfica, mientras que la CPU se utiliza a una capacidad del 23%, lo que equivaldría a estar utilizando uno de los cuatro núcleos del procesador al máximo rendimiento. Esto es esperable ya que Unity, en su arquitectura tradicional, utiliza únicamente un hilo para el procesamiento del juego, lo que, en una máquina de 4 núcleos como la utilizada

en el experimento, como mucho podría utilizar aproximadamente un 25% de la capacidad total de la CPU.

**Tabla 1**. Rendimiento del juego con arquitectura tradicional.

| | |
|---|---|
| **Número de naves** | 1.800 |
| **Fotogramas por segundo** | 30 |
| **Aprovechamiento CPU** | 23% |
| **Aprovechamiento GPU** | 10% |

## 4.2. C# Job System

Tras implementar el juego en su versión tradicional, se hizo el mismo desarrollo utilizando la tecnología *C# Job System*. En la tabla 2 podemos observar los resultados de esta prueba.

**Tabla 2**. Rendimiento del juego con C# Job Systems.

| | |
|---|---|
| **Número de naves** | 2.100 |
| **Fotogramas por segundo** | 30 |
| **Aprovechamiento CPU** | 23% |
| **Aprovechamiento GPU** | 15% |

Se puede apreciar una mejora del 20% en número de elementos en pantalla entre ambos métodos. Gracias a *C# Job System*, se puede tener en pantalla 300 naves más manteniendo los 30 fotogramas por segundo. Sin embargo, vemos que aún así la CPU solo se aprovecha en un 23%. Esto podría significar que, pese a ejecutarse en varios hilos simultáneamente, lo que permite gestionar más elementos en pantalla y aprovechar mejor el potencial de la tarjeta gráfica (5% de mejora), el hilo principal está ejerciendo un cuello de botella que impide un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.

## 4.3. ECS Híbrido

Para poner a prueba el rendimiento del juego con el *Entity Component System* de tipo híbrido se va a ejecutar la simulación maximizando el número de elementos en pantalla para un valor de FPS fijo de 30. La tabla 3 muestra los resultados obtenidos.

**Tabla 3**. Rendimiento del juego con Entity Component System híbrido.

| | |
|---|---|
| **Número de naves** | 8.000 |
| **Fotogramas por segundo** | 30 |
| **Aprovechamiento CPU** | 24% |
| **Aprovechamiento GPU** | 16% |

En esta prueba se puede observar una mejora muy notable en cuanto al número de elementos mostrados en pantalla simultáneamente, con un incremento cercano al 400% respecto al uso de *C# Job System*. Curiosamente, el uso de la CPU y GPU se mantiene en valores muy similares a los anteriores. Esto podría significar que la arquitectura ECS y el modelo de programación que propone permite distribuir la carga de la CPU mejor entre sus núcleos y genera un código máquina más eficiente, de tal forma que haciendo un mismo uso de los recursos del hardware, se incrementa notablemente el número de elementos en pantalla.

Nos seguimos encontrando en todo caso con un aprovechamiento máximo de la CPU cercano al 25%, correspondiente a uno de los cuatro núcleos del procesador, y un uso relativamente bajo de la GPU, lo que indica que la CPU seguiría siendo un cuello de botella. Resulta interesante observar que el incremento del número de elementos a mostrar en pantalla no parece suponerle una mayor carga de trabajo a la tarjeta gráfica. Todo esto invita a plantear experimentos más avanzados donde se analice en mayor profundidad el uso de la CPU y la GPU, observando métricas adicionales como el uso de memoria y el uso individualizado de cada uno de los núcleos del procesador central y del procesador gráfico.

### 4.4. Burst Compiler

Gracias al uso de ECS podemos apreciar una mejora muy significativa con respecto al rendimiento. Sin embargo, aún hay margen para mejora ya que *Burst Compiler* está específicamente diseñado para rendir al máximo potencial junto a ECS. Con exactamente el mismo código utilizado en el apartado anterior utilizando ECS, pero con *Burst Compiler* activado, podemos apreciar una mejora significativa del rendimiento mientras se realiza la ejecución a 30 FPS's:

**Tabla 4**. Rendimiento del juego con Burst Compiler

| | |
|---|---|
| **Número de naves** | 13.000 |
| **Fotogramas por segundo** | 30 |
| **Aprovechamiento CPU** | 30% |
| **Aprovechamiento GPU** | 100% |

Como se puede observar, la mera activación del *Burst Compiler* usando ECS supone una gran mejora a nivel de rendimiento. Permite tener en escena 6.000 naves más que en caso de utilizar únicamente *ECS*, para una mejora del 75%.

Por otro lado, los datos de aprovechamiento de CPU y GPU cambian drásticamente y podemos observar cómo la CPU deja de ejercer un cuello de botella y sus múltiples núcleos se aprovechan de forma efectiva con una carga del 30% y, especialmente, con una GPU rindiendo al 100% de su potencial y ejerciendo como nuevo límite para el rendimiento del juego. El potencial del 70% de la CPU aún no utilizado y el hecho de que no ejerza de cuello de botella nos da muestra del margen que aún habría para realizar los cálculos de lógica de muchas más entidades dentro de la simulación, siempre que estas no apareciesen en pantalla para no sobrecargar más la GPU.

## 5. Conclusiones

En base a los resultados expuestos, se puede concluir que el uso combinado de las tecnologías DOTS permite a los desarrolladores hacer un mejor aprovechamiento del hardware. Esto se debe a la posibilidad de generar código máquina capaz de utilizar de manera efectiva los múltiples núcleos de cualquier CPU moderna, lo que al mismo tiempo evita que esta ejerza un cuello de botella en el procesamiento del juego y posibilita un mayor aprovechamiento de la potencia de cálculo de la GPU.

En la siguiente tabla podemos observar la comparativa entre el uso de tecnologías DOTS y el uso de la arquitectura tradicional de Unity:

**Tabla 5**. Comparativa entre el uso de arquitectura tradicional y el uso de tecnologías DOTS.

| Método desarrollo | Nº de elementos dinámicos | Aprovechamiento CPU | Aprovechamiento GPU |
|---|---|---|---|
| Arquitectura tradicional | 1.800 | 23% | 10% |
| Tecnologías DOTS | 13.000 | 30% | 100% |

Como se puede observar, en el prototipo desarrollado el uso de las tecnologías DOTS ha permitido incrementar el número de elementos dinámicos en pantalla hasta en un 700% manteniendo una tasa de refresco de 30 fotogramas por segundo, con una carga de CPU del 30% y de GPU del 100%, lo que sugiere que el número de elementos dinámicos podría ser aún mayor, siempre que no apareciesen en pantalla para no añadir más carga de trabajo al procesador gráfico.

Todo esto invita a pensar en el potencial que las tecnologías DOTS tienen en el desarrollo de videojuegos. Por un lado la capacidad de simular muchas más entidades mediante el aprovechamiento de los núcleos de la CPU permite crear mundos interactivos más ricos y simulaciones más complejas, habitadas por miles de entidades dinámicas capaces de interactuar en tiempo real con el jugador, además de elementos visuales procedurales mucho más eficientes y complejos, como sistemas de partículas o simulación de comportamientos de manada.

Alternativamente, incluso en juegos que no requieran de este tipo de simulaciones, el mejor aprovechamiento que las tecnologías DOTS hacen del hardware también puede resultar positivo, especialmente en dispositivos con un hardware más limitado como móviles o videoconsolas portátiles, consiguiendo un código máquina mucho más eficiente que evite en todo momento que la CPU pueda ejercer de cuello de botella y permitiendo aprovechar al máximo las capacidades gráficas del dispositivo.

## 6. Líneas de trabajo futuro

A partir de esta investigación inicial consideramos que, tal y como ya se ha mencionado, sería interesante realizar una investigación más detallada sobre la manera en que las tecnologías DOTS aprovechan el rendimiento del hardware, analizando el

uso de los distintos procesadores de la CPU y la GPU, así como el uso de memoria, en cada uno de los casos, tratando de identificar qué cuellos de botella se producen en el procesamiento. Otra línea de investigación serían las aplicaciones prácticas que puede tener esta tecnología a la hora de realizar simulaciones y visualizaciones interactivas que incluyan una gran cantidad de entidades interactuando al mismo tiempo, algo que quizás podría ser de interés en el ámbito de la planificación urbana, para realizar simulaciones de tráfico a gran escala, o medicina, con simulaciones a nivel celular, entre otros posibles casos.

## 7. Referencias


1. Unity (2019). *Unity 2019 Features*. Unity3d.com; https://unity3d.com/es/unity (Consultado 20 de septiembre de 2019)
2. Krogh-Jacobsen, T. (2009). *Introducing Unity 2019.1*. Unity Blog; https://blogs.unity3d.com/2019/04/16/introducing-unity-2019-1/ (Consultado 20 de septiembre de 2019)
3. Gregory, J. (2009). *Game Engine Architecture*. A K Peters, Ltd, Wellesley (Massachusetts). ISBN: 978-1-56881-413-1.
4. Meijer, L; Ante, J. (2019). *Data-Oriented Technology Stack – Unity at GDC 2019*. Game Developers Conference 2019. https://www.youtube.com/watch?v=kUdHg6GRS24 (Consultado el 20 de septiembre de 2019)
5. Stein, T. (2017). *The Entity-Component-System – An awesome game-design pattern in C++*. Gamasutra. https://www.gamasutra.com/blogs/TobiasStein/20171122/310172/The_EntityComponentSystem__An_awesome_gamedesign_pattern_in_C_Part_1.php (Consultado el 20 de septiembre de 2019)
6. Unity Technologies. (2019). *Rendimiento por defecto*. Unity Web. https://unity.com/es/dots (Consultado el 20 de septiembre de 2019)
7. Hoffman, C. (2018). *How to Monitor GPU Usage in the Windows Task Manager*. How-to Geek. https://www.howtogeek.com/351073/how-to-monitor-gpu-usage-in-the-windows-task-manager/ (Consultado el 20 de septiembre de 2019)

# Estudio de las Diferentes Investigaciones sobre Clasificación de Usuarios en Entornos Gamificados

David Menoyo-Ros[1], Daniel Fernández-Díaz[1], Sergio Caro-Álvaro[1], Antonio García-Cabot[1], Eva García-López[1]

[1] Departamento de Ciencias de la Computación
Universidad de Alcalá (España)
{david.menoyo, d.fernandezd}@edu.uah.es
{sergio.caro, a.garciac, eva.garcial}@uah.es

**Resumen:** Se analizarán los diferentes estudios sobre la clasificación de los jugadores en entornos gamificados, es decir, en entornos que utilicen elementos del diseño de videojuegos para aumentar, entender y retener a los usuarios. Se sintetizarán los estudios más relevantes de manera cronológica, empezando con un primer modelo de clasificación de los años 90 para los multi-user dungeon que se mantuvo vigente durante más de una década, para avanzar hacia otras clasificaciones y taxonomías más acertadas y recientes, las cuales intentarán conseguir el objetivo final de generalizar la clasificación de jugadores de una forma más adecuada, e incluso válidas para contextos gamificados sin necesidad de pertenecer estrictamente a la industria de los videojuegos.
Con todo ello, este artículo ofrece una síntesis y discusión de las investigaciones más relevantes, de manera que se obtenga una comprensión profunda de las dificultades de la cuestión, y a su vez, se ilustren los métodos más efectivos que permitan clasificar y entender a los usuarios de un entorno gamificado para, en última instancia, modificarlo con el objetivo de producir una determinada reacción entre ellos.

**Palabras clave:** Gamificación, clasificación de usuarios, revisión literaria.

## 1 Introducción

El término gamificación surgió en los medios de comunicación como una técnica que pretende aplicar las mecánicas del diseño de videojuegos a cualquier actividad, elemento o contexto, con el fin de hacerlo más entretenido. No obstante, resulta adecuado preguntarse si realmente la gamificación aporta algún beneficio. A esta pregunta, diversos estudios responden afirmativamente, como el de Hamari, Koivisto y Sarsa [1].

Durante el artículo nos centraremos en un elemento esencial de los videojuegos: los jugadores, o lo que en sentido amplio se entiende como usuario.

La importancia de entender a los usuarios es crucial en los entornos gamificados puesto que de estos depende mayormente su éxito o fracaso. De esta manera

intentaremos hacer una síntesis de las clasificaciones de usuarios en entornos gamificados abarcando más allá de los videojuegos, así como de las metodologías de identificacion de tipos de usuarios más adecuadas, e incluso de algunas como la modelización de jugadores en entornos sumamente restringidos.

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma: En la Sección 2 se muestra las clasificaciones clásicas de tipos de jugadores. En la Sección 3 se presentan clasificaciones más modernas. En la Sección 4 se concluye con la clasificación genérica de tipos de usuarios para entornos gamificados. Finaliza la Sección 5 con las conclusiones.

# 2 Primeras clasificaciones de jugadores

Existen intentos de crear modelos unificados de tipos de jugadores, como el de Stewart [2] a base de conglomerar una serie de estudios existentes sobre este tema.

Este problema puede abordarse desde numerosos puntos de vista como pueden ser el sociológico o el de marketing. A tal efecto surgen lo que se conocen como clasificaciones de jugadores. Estas utilizan diversos enfoques como el sociológico antes mencionado, el psicológico o el estadístico, por ejemplo.

Sea como fuere, establecer clasificaciones de jugadores no solo es posible, sino que es tremendamente útil para conocer a los usuarios y saber cómo tratarlos.

## 2.1 Richard Bartle y su clasificación

En su artículo publicado en junio de 1996 [3], Richard Bartle trata de establecer una de las primeras clasificaciones de jugadores, aplicando esta a los que él y su equipo definieron como MUD ("multi user dungeons or domains").

Los MUD son, en su origen, juegos en línea para muchos jugadores simultáneos del género de rol aplicado a la resolución de "mazmorras".

Pero en este artículo, Bartle trata de definir y generalizar el concepto de MUD, no solo a cualquier juego de ese estilo, sino a (en sus propias palabras) aplicaciones más serias que de una forma u otra tienen algún toque de juego (gamificación) aunque sea simplemente el hecho de poder usar nicknames o alias. Dentro de esta generalización, se pregunta además qué son entonces exactamente los MUD y llega a la conclusión de que estos pueden considerarse una combinación de juegos, pasatiempos, deportes o entretenimiento aplicado en uno u otro contexto, no exclusivamente en los videojuegos.

Lo más importante de esta definición es el concepto de combinación, ya que cada jugador verá el MUD de forma diferente, según su estilo de juego o actividad.

A este respecto, Bartle empezó a preguntarse qué ve cada persona en un MUD; qué busca; qué tipo de actividad desarrolla o cómo se comporta dentro de él. Con esto, lanzó la pregunta en un foro en Internet y fue analizando las respuestas que recibía, pudiendo realizar entonces la primera de sus clasificaciones en función de qué buscan los jugadores en un juego de este tipo. Esta se compone de cuatro tipos de jugadores:

- Coleccionistas (Achievers): Los jugadores buscan o se imponen a sí mismos objetivos relacionados con el juego, es decir, pueden existir dichos objetivos en el propio juego o marcárselos ellos mismos.

- Exploradores (Explorers): Los jugadores tratan de descubrir todo sobre el mundo virtual.
- Socializadores (Socialisers): Los jugadores usan las facilidades de comunicación del juego y aplican el rol que este crea como contexto para la conversación y la interacción con sus compañeros.
- Asesinos (Killers): Tratan de imponerse a los demás. Los jugadores utilizan las herramientas que el propio juego provee para causar daño y sufrimiento a otros jugadores (o en raras ocasiones ayudarlos). Se trata de conseguir poder e imponerse sobre los demás.

Por supuesto, en cada momento, cualquier jugador puede inclinarse hacia un tipo u otro en función de su estado de ánimo, su estilo de juego en ese instante y otros factores; pero lo que Bartle defiende es que a pesar de eso cada jugador siempre contará con al menos un tipo primario o predominante que prevalecerá de media en su actividad dentro del juego.

Además, Bartle proporciona descripciones generales de las interacciones de los grupos, ya que el número de jugadores de uno u otro grupo puede variar en función del MUD. Eso sí, un número excesivo en cualquiera de las categorías puede hacer que los jugadores de las otras se vayan, lo que a su vez puede reducir también el número en la primera.

Por ejemplo, muchos asesinos en el MUD puede ocasionar que el número de triunfadores se vea reducido, al dejar estos de jugar por el creciente acoso, ya que estos son su principal presa. Pero a su vez si el número de triunfadores se ve reducido, es probable que el número de asesinos disminuya también, al haber menos presas (los exploradores y los socializadores no suelen interesar tanto a los asesinos), en definitiva, resulta crucial mantener un equilibrio, y ello no es en absoluto trivial, aunque Bartle logra ofrecer una serie de interacciones básicas recogidas en su estudio [4], en el que además consigue perfilar aún más la clasificación, pero siempre dentro de los cuatro grandes grupos.

### 2.2 Limitaciones del modelo de Bartle

El modelo de tipos de jugadores sufre ciertas limitaciones, enumeradas por el propio Bartle en su estudio de mundos virtuales [4], y estudiadas con mayor detalle en un artículo posterior [5]:

- No describe con exactitud cómo un jugador puede cambiar a lo largo del tiempo.
- No se tiene en cuenta el hecho de que los jugadores puedan combinar características de grupos diferentes.
- El modelo asume que los jugadores son independientes. No tiene en cuenta que puedan formarse grupos ni las interacciones que se producirían dentro y fuera de ellos.
- Se asume que los propios mundos virtuales son independientes, pero los jugadores pueden haber jugado ya en otros previamente.
- Se centra en el MUD reinante en la época, siendo dudosa su extrapolación.

# 3 Clasificación de jugadores, más allá de Bartle

Como hemos visto, el modelo de Bartle presenta ciertas limitaciones para su posible aplicación en la actualidad. Por ejemplo, Nixon comienza su estudio [6] con una crítica al trabajo de Bartle, en donde se exponen muchos de los puntos débiles ya mencionados en el apartado anterior de este artículo.

No obstante, Bartle [3] asentó las bases de la clasificación de jugadores, destacando una observación muy importante: no todos los jugadores juegan por las mismas razones, y aunque dicho modelo no pretendiera ser una tipología general en todos los géneros de la industria, su clasificación propició los primeros avances en este campo.

## 3.1 Nick Yee y los MMORPG

Yee [7] llevó a cabo un estudio cuantitativo en MMORPGs (videojuegos de rol multijugador masivo en línea), recogiendo datos por medio de cuestionarios, los cuales se basaron en los ya realizados por el propio Bartle, de manera que podemos considerar que Yee realizó un refinamiento empírico del trabajo ya realizado por Bartle.

En un estudio sobre motivación, Yee [8] analiza los resultados de los cuestionarios realizados a jugadores de MMORPGs y afirma que, si estos son capaces de atraer a tantas personas diferentes, es principalmente porque son capaces de proporcionar diferentes tipos de estilos de juego.

Basándose en el trabajo de Bartle, Yee propone un método de análisis factorial para la creación de un modelo a partir de información empírica. Los cuestionarios utilizados se basaban en ese modelo original y en información empírica cualitativa de anteriores encuestas a jugadores de MMORPGs.

A partir del análisis estadístico sobre los resultados, surgieron tres categorías predominantes y un total de diez subcategorías (ver Tabla 1), con especial énfasis en que el análisis factorial revela que dichas categorías no reprimen al resto, no son exclusivas. Un jugador puede obtener una alta puntuación tanto en el componente social como en el de los logros, por ejemplo.

**Tabla 1.** Categorías y subcategorías del modelo de Yee.

| Categoría | Subcategorías |
|---|---|
| Componente coleccionista | – Progresión, mecánicas y competición |
| Componente social | – Socialización, relaciones y trabajo en equipo |
| Componente de inmersión | – Descubrimiento, rol del jugador, personalización y evasión |

### 3.2 Tratando de generalizar

Kallio, Mäyrä y Kaipainen [9] estudian también, entre otros, los trabajos de Bartle y de Yee antes mencionados. Uno de los problemas que extraen de ellos es que, a pesar de todo, continúan centrados en el género de los MUD o los MMO. En su artículo tratan de obtener una nueva taxonomía más general de los jugadores de videojuegos, utilizando para ello nueve heurísticas y diversos métodos para la obtención de los datos (cuestionarios, entrevistas, etc.) como para el análisis de estos.

Como resultado, estos investigadores definen lo que ellos llaman mentalidades. Se trata de una herramienta heurística para la definición y discusión de la diversidad de estilos de juego y en ningún caso es estática o exclusiva en sus categorías. Cada jugador puede poseer una serie de mentalidades de juego, las cuales pueden variar o verse enfatizadas a lo largo del tiempo dependiendo de la situación del jugador y del juego que este juegue.

### 3.3 Otro enfoque más concreto: modelizando un jugador

Analicemos ahora una metodología completamente opuesta a la del estudio anterior.

Drachen, Canossa y Yannakakis [10] proponen en su artículo una taxonomía concreta aplicada al juego “Tomb Raider: Underworld”.

Lo interesante de dicho estudio es la relativa sencillez y elegancia del análisis y la posterior clasificación, la cual hace pensar que este modo de trabajo podría extrapolarse y utilizarse en otros juegos u otros entornos ajenos al sector.

La obtención de los datos se ha realizado a partir de las propias estadísticas del juego de los diferentes jugadores participantes:

- Tiempo de completitud del juego
- Número total de muertes
- Número de muertes por caída
- Número de muertes a causa de los enemigos controlados por la máquina
- Número de muertes causadas por peligros del entorno
- Número de consultas de las pistas y la ayuda del juego

Estos datos son analizados por mapa autoorganizado (red neuronal) con el objetivo de analizar patrones y revelar la estructura general de estos. El resultado son cuatro grandes grupos de comportamiento del jugador:

- Veteranos
- Pacifistas
- Corredores
- Solucionadores o resolutivos

Un aspecto importante, recalcado por los autores, es el hecho de que, incluso en un juego lineal y restrictivo como es el utilizado en el estudio, los distintos jugadores utilizarán todo el espacio y flexibilidad disponibles que ofrezca el diseño del juego para resolver los distintos retos, en lugar de simplemente utilizar todos una misma estrategia en concreto.

# 4 Generalizando. La escala Hexad de tipos de jugadores

Como hemos podido comprobar, el hecho de poder clasificar en mayor o menor medida a los usuarios permite agudizar el diseño. Diversos estudios han demostrado la eficacia de personalizar los entornos, gamificados o no, o al menos de tratar de hacerlos atractivos para el total de tipos de usuarios que deseemos atraer y conservar con nuestro producto o servicio.

La escala Hexad propuesta por Tondello *et al.* [11] es un modelo de tipos de usuarios, no de jugadores, puesto que está directamente orientado a la gamificación, y no a un género concreto de videojuego. Esta escala, al igual que las anteriores, trata de clasificar a los usuarios en función de sus preferencias y motivaciones, tratando así de proporcionar una herramienta que permita personalizar en la medida de lo posible los entornos gamificados.

El estudio de Tondello se basa en el "Hexad framework" propuesto por Marczewski [12] y basado en la investigación de la motivación, los tipos de jugadores y nociones prácticas de diseño.

Este estudio utilizó en primer lugar una encuesta para evaluar las preferencias de los usuarios en torno a diferentes elementos de diseño de juegos, de acuerdo al "Hexad framework". Con esto, los participantes obtuvieron puntuaciones para cada uno de los tipos de usuario del framework, las cuales fueron correlacionadas con sus puntuaciones en un test de personalidad conocido como BFI-10 [13]. De esta forma, los resultados positivos contribuyeron a validar tanto el propio framework como la encuesta utilizada.

A continuación, se evaluó el potencial del framework como modelo para personalizar la experiencia del usuario. En una nueva encuesta los usuarios puntuaron una serie de elementos de diseño populares dentro del diseño gamificado; y se analizaron las correlaciones con los tipos de usuario del modelo Hexad. Los resultados positivos confirmaron su utilidad.

Todo esto fue necesario puesto que el modelo original estaba pensado de nuevo para videojuegos y tipos de jugadores. Lo interesante de este estudio es que ofrece una extrapolación efectiva y contrastada por la estadística y el análisis de un modelo de taxonomía de jugadores para aplicarse en gamificación.

El resultado del estudio es la taxonomía que se describe a continuación, a la que se han incorporado los elementos de diseño propuestos por los autores y sus referenciados, los cuales pueden utilizarse directamente en entornos gamificados sin necesidad de extrapolación. En definitiva, la tipología aplicable en entornos gamificados se puede observar en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Tipología Hexad en base a [12]

| Tipo | Descripción | Elementos de diseño |
|---|---|---|
| Filántropo | Motivado por el propósito. Es altruista y con deseos de dar sin esperar recompensa. | – Coleccionismo e intercambio<br>– Regalar, intercambiar<br>– Roles administrativos |

| | | |
|---|---|---|
| Socializador | Motivado por la familiaridad. Quiere interactuar con otros, crear lazos y contactos sociales. | – Gremios, clanes o equipos, redes sociales<br>– Interacciones sociales social |
| Espíritu libre | Motivado por la autonomía, entendida como la libertad de expresarse siendo él mismo sin control externo. Quiere crear y explorar dentro del sistema. | – Tareas de exploración<br>– Avance no lineal en el juego<br>– Easter eggs<br>– Desbloqueables<br>– Herramientas creativas<br>– Personalización |
| Triunfador | Motivado por la competencia, la aptitud, la capacidad. Persigue el progreso dentro del sistema por medio de la completitud de tareas o probándose a sí mismo tratando de lograr retos difíciles. | – Retos<br>– Certificados<br>– Logros<br>– Aprender nuevas habilidades<br>– Misiones<br>– Niveles de progresión<br>– Retos épicos o batallas finales (jefes) |
| Jugador | Motivado por premios o recompensas extrínsecas. | – Puntos, premios, logros<br>– Rankings<br>– Medallas o insignias<br>– Economía virtual |
| Disruptor | Tiende a alterar o perturbar el sistema de forma directa, o indirecta, a fin de provocar cambios positivos o negativos. Les gusta probar los límites del sistema e incluso intentar ir más allá de ellos. | – Plataformas de innovación<br>– Mecanismos de voto<br>– Herramientas de desarrollo<br>– Anonimidad<br>– Estilo de juego anárquico |

## 5 Conclusiones

En este artículo se ha presentado una revisión literaria de la caracterización de los tipos de jugadores para su aplicación en entornos gamificados.

La estadística parece ser una herramienta muy útil en este campo y, de hecho, es la principalmente empleada en todos los estudios actuales sobre este tema, ya sean análisis genéricos o estudios de videojuegos particulares. Con la cantidad suficiente de datos empíricos, y el adecuado análisis de estos, se pueden obtener taxonomías más o menos útiles para diseñar entornos gamificados.

No obstante, estudios más recientes refuerzan el uso de técnicas estadísticas con la aplicación de la inteligencia artificial. El enfoque, ahora, no es tratar de obtener una taxonomía utilizable en entornos similares o extrapolables a partir de análisis sobre datos de sistemas existentes. El nuevo enfoque consistirá en diseñar un sistema adaptando la configuración y los parámetros de nuestro problema.

De esta forma, tanto en videojuegos como en entornos gamificados podría ser interesante contar con un subsistema que analice a los usuarios y elabore taxonomías a partir de patrones de uso que puedan repercutir, a posteriori, en el comportamiento del propio entorno; así como en la posible personalización aplicable al usuario. Por supuesto, hará falta información inicial tanto para ciertas decisiones de diseño como para enriquecer el propio sistema. Para esto puede ser muy útil recurrir de nuevo a estudios, clasificaciones o análisis de patrones de entornos lo más similares posibles al que se quiere estudiar o diseñar.

## Referencias


1. Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014, January). Does Gamification Work?-A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. In HICSS (Vol. 14, No. 2014, pp. 3025-3034).
2. Stewart, B. "Personality And Play Styles: A Unified Model." In Gamasutra 2011. http://www.gamasutra.com/view/feature/6474/personality_and_play_styles_a_.php.
3. Bartle, R. (1996). Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit MUDs. Journal of MUD research, 1(1), 19.
4. Bartle, R. A. (2004). Designing virtual worlds. New Riders.
5. Bartle, R. (2005). Virtual worlds: Why people play massively multiplayer game development.
6. Dixon, D. (2011, May). Player types and gamification. In Proceedings of the CHI 2011 Workshop on Gamification (pp. 7-12).
7. Yee, N. (2005). The Daedalus project: the psychology of mmorpgs. Retrieved May, 11, 2005.
8. Yee, N. (2006). Motivations for play in online games. CyberPsychology & behavior, 9(6), 772-775.
9. Kallio, K. P., Mäyrä, F., & Kaipainen, K. (2011). At least nine ways to play: Approaching gamer mentalities. Games and Culture, 6(4), 327-353.
10. Drachen, A., Canossa, A., & Yannakakis, G. N. (2009, September). Player modeling using self-organization in Tomb Raider: Underworld. In 2009 IEEE symposium on computational intelligence and games (pp. 1-8). IEEE.
11. Tondello, G. F., Wehbe, R. R., Diamond, L., Busch, M., Marczewski, A., & Nacke, L. E. (2016, October). The gamification user types hexad scale. In Proceedings of the 2016 annual symposium on computer-human interaction in play (pp. 229-243). ACM.
12. Marczewski, A. (2015). Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification. Game Thinking & Motivational Design.
13. Rammstedt, B., & John, O. P. (2007). Measuring personality in one minute or less: A 10-item short version of the Big Five Inventory in English and German. Journal of research in Personality, 41(1), 203-212.

# An Automatic Attendance Control Biometric System Based on Facial Recognition

Pablo Pico-Valencia[1] and Juan A. Holgado-Terriza[2]

[1] Pontifical Catholic University of Ecuador, Esmeraldas, Ecuador
pablo.pico@pucese.edu.ec
[2] University of Granada, Granada, Spain
jholgado@ugr.es

**Abstract.** This paper presents a biometric system to automatically register the attendance of students in a class. The proposed system was developed in Matlab that takes advantage of the potential of Principal Component Analysis (PCA) and Data Mining algorithms implemented in the Weka tool. Both instruments have been integrated to train a classifier capable of performing facial recognition from a small scale database. As a result, a classifier trained with the Naive Bayes data mining algorithm was obtained with 98.85% accuracy. We also compared this accuracy with the accuracy of algorithms such as: k-nearest neighboring (kNN), support vector machine (SVM), decision trees, random forest, RBF Network and MultiLayer Perceptron.

**Keywords:** Biometry; facial recognition; PCA; Weka; classification.

## 1 Introduction

In a modern era such as the present, many of the authentication tasks aimed at controlling access to information systems and critical security systems are performed through biometric recognition processes. Computational biometric technologies are systems capable of measuring the physical features of an individual that are considered unique in their species, such as: fingerprint, face, palm, iris, voice or DNA [2].

A biometric system can perform the recognition of an individual by analyzing one of its features that uniquely identify him/her [2]. Biometric recognition methods based on fingertips and iris are the most common used [4]. However, one of the most used features today is the face. Therefore, facial recognition is currently one of the most commonly used biometric systems for real applications such as: opening doors, attendance control in companies, authentication to computers and smartphones. This is because the recognition process is non-intrusive with the user in comparison with others such as fingerprint where a direct interaction (tactile) with biometric devices is required [9].

Automatic facial recognition is a biometric process used for the identification and authentication of an individual using as input the features associated with his/her face [7]. However, personal attributes (e.g., beard, mustache, hair, scars

and tattoos) and fashion accessories (e.g., hats, glasses, hoops, piercings [9]) that each individual has inherited or included as an element of their faces as well as external factors of the place where face photos are captured (e.g., illumination, occlusion, facial pose [6]), may hinder the recognition process. This issue may cause the system accuracy decreases. Even so, facial recognition is a fairly reliable biometric method applicable to critical and non-critical controls such as security, entertainment, video surveillance and criminal identification systems [12, 15].

The level of reliability of a biometric facial recognition system depends on the level of accuracy with which the classification model is trained. This metric depends on the feature extraction method applied on input data (e.g., principle component analysis, PCA; linear discriminant analysis, LDA, independent component analysis, ICA, support vector machine, SVN [3, 10, 13, 4]) and the data mining algorithm used to train the classification model (e.g., k-nearest neighboring (kNN), support vector machine, SVM; decision trees; random forest; Naive Bayes; RBF Network, Multi Layer Perceptron (MLP) [10]). Hence the choice of these instruments depends largely on the nature of the data and the scope of the system developed.

This paper is structured in six sections. Section 2 presents the method, software tools, data mining algorithms and mathematical models used to implement the proposed biometric system. Section 3 and Section 4 describe the main design and development aspects of the proposed system, respectively. Section 5 details the accuracy level of classification in the biometric facial recognition system. Finally, the conclusions are outlined in Section 6.

## 2 Materials and methods

We have used the method proposed in [10] to define the architecture of the biometric system based on facial recognition proposed in this study. This method, illustrated in Figure 1, is a general method used in several works focused on object and facial recognition. Its scheme introduces two phases: a training phase and a system testing phase.

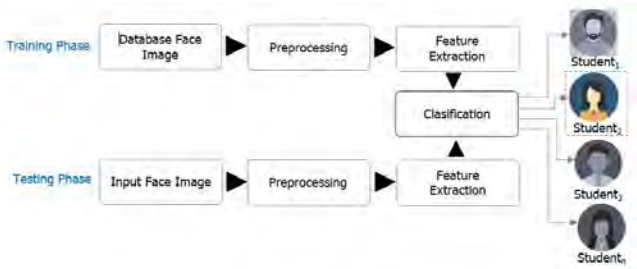



**Fig. 1.** Schema of a face recognition system based on [10]

A preprocessing stage is included in each of the phases contemplated by the method used. To implement this stage there are several methods as specified in the previous section. However, due to its simplicity and effectiveness in facial recognition [1], the PCA method has been used for the extraction of the principal components of the images used for the training and testing phases.

The PCA method is a mathematical algorithm that allows a set of possibly correlated variables to be converted into a smaller set of uncorrelated variables. The idea of the algorithm is that a set of high-dimensional data (such as image data) often is described by correlated variables and therefore only a few significant dimensions represent most of the information [14]. The PCA method finds the addresses with the greatest variance in the data, called principal components. Using a few major components, each sample can be represented by relatively few numbers rather than values for thousands of variables. In summary, PCA allows a dimensional reduction, so that the analysis of the images is reduced to a few study components. Thus, the process of classifier training as well as classifier testing is more efficient and requires less computational resources.

On the other hand, several data mining algorithms were used to train the classification model used by the proposed biometric system. Although several software tools have implemented the most widespread data mining algorithms, the Weka tool has been used since it has implemented algorithms such as: $IBk$, $J48$, $SMO$, $RandomForest$, $RandomTree$, $NaiveBayes$, $MLP$ and $RBFNetwork$ [10]. All of them have been used to experiment and decide which algorithm the facial recognition is most accurate with.

Finally, Matlab has been used as the tool for programming the system. From Matlab, data mining algorithms were executed using the Java ARchive supported by Weka. A special driver was also used to access the laptop camera from Matlab.

## 3 System overview

The proposal constitutes a biometric control system to record the attendance of students enrolled in a course taught by a teacher of an academic institution. This system enables teachers to automate the process of controlling the attendance of their students' classes, generally recorded on paper, and perform additional tasks such as: sending a report to the career coordinator, notifying students and tutors of absences, and generating a report for delivery to the educational institution.

The proposed architecture constitutes a general model adopted by many biometric facial recognition systems that integrates two main phases: training of a classification model and testing of the trained model (Figure 1).

### 3.1 Biometric system training phase

In this first phase (Figure 2) the images of the students who are part of the class in which the attendance registration process will be automated using the proposed biometric system are collected. A set of $n$ images is collected for each student. These images are grouped in a dataset of $m$ instances, one for each

student. On these dataset a method of extraction of principal features is applied. In the case of the proposed biometric system the PCA method is used. This method is widely used in the recognition of objects and faces [1].

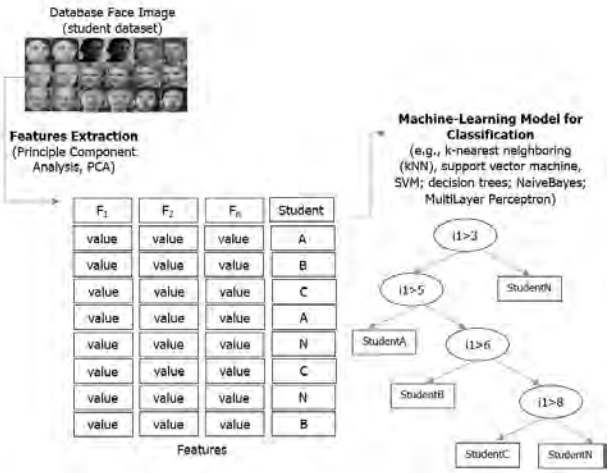



**Fig. 2.** Training phase of the proposed system.

The PCA method in the proposed system is aimed at creating a set of principal components from the images that make up the training dataset. This allows the system to reduce the dimension of the number of components to be used in the training with respect to the original variables that describe the training image dataset as shown in Figure 2.

The classification model that forms part of this phase constitutes a supervised model based on automatic learning algorithms specialized in creating a function capable of predicting the value corresponding to any valid input object after having seen a series of examples or training data. In brief, the classification model predicts the class whose label is unknown. Weka is a tool that implemented these algorithms [5]. This enabled the system to experiment with 7 algorithms: kNN (IBk), decision trees (J48), random forest, Naive Bayes, MLP, SVM (SMO) and RBF network [11, 8]. This phase allows us creating a model able to predict which specific student should be registered to attend classes.

### 3.2 Biometric system testing phase

In the second phase (Figure 3) the system already has a model able to recognize students. A face image of each student at each moment is taken as input to test the trained model. As shown in Figure 3 the process of extracting features using PCA has been applied to the input photo captured for testing the system. In

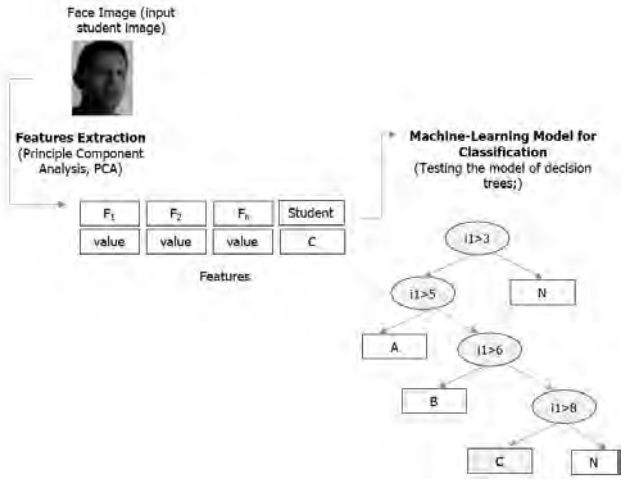



**Fig. 3.** Testing phase of the proposed system.

this way, the principal components associated with the photo are projected on the same space generated with the training images.

After the extraction of the principal components in this phase, the automatic learning model trained in the previous phase is exploited. This model is tested by sending as arguments the principal components obtained from the student's photo. Based on these principal components, the trained model is able to predict which student is recorded attendance in the biometric system.

## 4 Implementation

The biometric system was implemented on a Lenovo laptop with a 2.50 GHz i7 processor and 16 GB of RAM. The laptop had installed the 64-bit Windows 8.1 operating system and Matlab R2011 as programing tool. In addition, Weka Java ARchive was used to train the classification model from Matlab.

A Matlab GUI was designed to show the elements that allow the system-user interaction. These elements are illustrated in Figure 4 differentiating the steps to comply with the two phases of the biometric system previously described.

In order to execute phase 1 of the system described in 3.1, the interface incorporates two first steps: (i) calculation of the principal components using the PCA method and generation of the Attribute-Relation File Format (ARFF) file, and (ii) updating the generated ARFF file. The ARFF file describes a list of instances sharing a set of attributes in Weka. An example of the system-generated ARFF file is shown in Listing 1.1. In this, the result of the PCA for the database used for the training of the proposed model is shown. A total of 10 principal components are represented. Two of them are shown on lines 10 and 12. Both associate a student who was part of the training dataset (line 8).

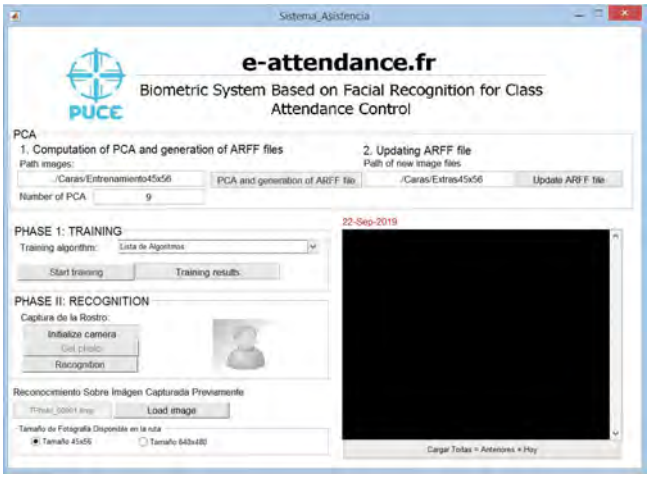



**Fig. 4.** GUI of the proposed system.

**Listing 1.1.** Snippet of the ARFF file

```
@RELATION Faces
@ATTRIBUTE pca_comp_1 NUMERIC
@ATTRIBUTE pca_comp_2 NUMERIC
@ATTRIBUTE pca_comp_3 NUMERIC
...
@ATTRIBUTE pca_comp_10 NUMERIC
@ATTRIBUTE class
{Beltzner_Seana,Burnup_Thedrick,Camel_Erick,Charlewood_Mato,
    Chillistone_Charles,Cockett_Mary,Feeley_Gustave,Fishbourn_Laura,
    Goroni_Isacco,Harkins_Roxi}
@DATA
8.515325e-001,2.871043e-001,8.016590e-001,8.246459e-001,
    8.186681e-001,3.142541e-001,7.667274e-001,6.471415e-001,
    1.437455e-001,Beltzner_Seana
...
6.462391e-001,3.871473e-001,2.346705e-001,7.083287e-001,
    8.806011e-001,3.887486e-001,6.436057e-001,3.357252e-001,
    5.210914e-001,Harkins_Roxi
```

After updating the ARFF file, it is possible to train the model that will perform the classification model used to achieve the facial recognition. As shown in the GUI of Figure 4, in the section $Phase1\_Training$ it is possible to train the model using 7 data mining algorithms implemented in Weka such as: $IBk$, $J48$, $RandomForest$, $NaiveBayes$, $MLP$, $SMO$ and $RBF$. However, for the teachers' version, this has been limited to training with only the Naive Bayes algorithm because it had the highest accuracy rate with respect to the other algorithms. To do this training process it is necessary to click on the button $Star\_training$ and the results of this training are shown by clicking on the button $Training\_results$. This option is available either for the teachers' version.

Next, the GUI adds an extra section labeled $PHASEII\_RECOGNITION$. This section provides the mechanisms for capturing the photo and applying the classification model to perform student recognition. It is important to note

that the photo can be preprocessed for use in two different sizes, i.e. 45x56 and 640x480 pixels.

In brief, this last section will be the option that teachers will use to record the attendance of their students. If recognition error, the teacher may correct the recorded attendance. This record is stored in CSV and JSON formats.

## 5 Results

In order to get a trained classification model with an acceptable accuracy level we experimented using seven popular data mining algorithms implemented by Weka. These algorithms were the following: $lazy.IBk$, $trees.J48$, $RandomTree$, $bayes.NaiveBayes$, $functions.MultiLayerPerceptron$, $functions.SMO$, and finally, $functions.RBF$. A total of 10 compomnentes were used in each algorithm. The results of the accuracy with which the classification model of the proposed biometric system was trained are shown in Figure 5.

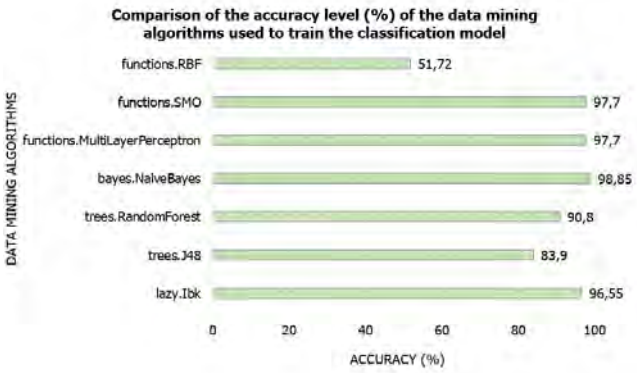



**Fig. 5.** Comparison of the accuracy level (%) of the data mining algorithms used to train the classification model

The proposed system had a better level of accuracy in the facial recognition of the students was the algorithm $NaiveBayes$. The classification accuracy rate was 98.85%. This rate was higher than that provided by other algorithms that were matched to the principal components such as $lazy.IBk$ (96.55%), and the MLP and SVM algorithm called $SMO$ in Weka (both with 97.70%).

## 6 Conclusions

The use of Computational Biometrics has become a technology widely used today to perform authentication of users of systems and physical facilities. This study has demonstrated how facial recognition has been introduced into the domain

of education to automate the process of registering student attendance in a given class with an acceptable level of accuracy (98,85%) using the Naive Bayes algorithm. This allows us envisioning that biometric techniques based on facial recognition can also be extended in the area of education in order to support authentication processes to control personal access to virtual classrooms and on-line educational evaluation platforms.

## References

1. De la Torre, F., Black, M.J.: Robust principal component analysis for computer vision. In: Proceedings Eighth IEEE International Conference on Computer Vision. ICCV 2001. vol. 1, pp. 362–369 vol.1 (2001)
2. Delac, K., Grgic, M.: A survey of biometric recognition methods. In: Proceedings. Elmar-2004. 46th International Symposium on Electronics in Marine. pp. 184–193. IEEE (2004)
3. Handa, A., Agarwal, R., Kohli, N.: A survey of face recognition techniques and comparative study of various bi-modal and multi-modal techniques. In: 2016 11th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS). pp. 274–279. IEEE (2016)
4. Lal, M., Kumar, K., Arain, R.H., Maitlo, A., Ruk, S.A., Shaikh, H.: Study of face recognition techniques: A survey. International Journal of Advanced Computer Science and Applications 9(6) (2018)
5. Meherwar, F., Maruf, P.: Survey of machine learning algorithms for disease diagnostic. Journal of Intelligent Learning Systems and Applications 9, 1–16 (2017)
6. Muhammad, S., Farah, N., Mussarat, Y., Muhammad, A., Amjad, R.: Face recognition: A survey. Journal of Engineering Science and Technology Review 10(2), 166–177 (2017)
7. Naeem, M., Qureshi, I., Azam, F.: Face recognition techniques and approaches: A survey. Science International 27(1) (2015)
8. Peng, Y., Wang, G., Kou, G., Shi, Y.: An empirical study of classification algorithm evaluation for financial risk prediction. Applied Soft Computing 11(2), 2906 – 2915 (2011)
9. Raunak, D., Ankit, V., Shubham, M., nikita, D.: Face recognition techniques: A survey. Computer Vision and Pattern Recognition (2018), https://arxiv.org/abs/1803.07288
10. Revina, I.M., Emmanuel, W.S.: A survey on human face expression recognition techniques. Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences (2018)
11. Singh, A., Thakur, N., Sharma, A.: A review of supervised machine learning algorithms. In: 2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom). pp. 1310–1315 (March 2016)
12. Tan, X., Chen, S., Zhou, Z.H., Zhang, F.: Face recognition from a single image per person: A survey. Pattern recognition 39(9), 1725–1745 (2006)
13. Vijayakumari, V.: Face recognition techniques: A survey. World Journal of Computer Application and Technology 1(2), 41–50 (2013)
14. Wold, S., Esbensen, K., Geladi, P.: Principal component analysis. Chemometrics and intelligent laboratory systems 2(1-3), 37–52 (1987)
15. Zhao, W., Chellappa, R., Phillips, P.J., Rosenfeld, A.: Face recognition: A literature survey. ACM computing surveys (CSUR) 35(4), 399–458 (2003)

# Implantación de ISO 27001

Alberto González Lizán[1]

[1]Master en Dirección de Proyectos Informáticos
Universidad de Alcalá (España)
a.gonzalezlizan@gmail.com

**Resumen.** Garantizar la continuidad y la seguridad de la información y las organizaciones son aspectos que todos los comités de dirección de las empresas deben tener presentes. Son elementos en los cuales se debe tener el foco en todas las decisiones que se ejecuten en cualquier compañía. Es por ello, que actualmente la especificación ISO 27001 es de vital importancia. La norma establece los requisitos necesarios para establecer, implantar, mantener y mejorar un SGSI, Sistema de Gestión de la Seguridad de la Información, según el conocido Ciclo de Deming. El proceso a seguir a la hora de implantar esta norma tiene uno de sus pilares en la realización de un Análisis de Riesgos. Un análisis de este tipo es un proceso en el cual se identifican los activos informáticos, sus vulnerabilidades y las posibles amenazas a las que se encuentran expuestos. Una vez establecidos los principios previos, se tratan de determinar los controles oportunos para disminuir, transferir, evitar o incluso aceptar la ocurrencia del riesgo. A lo largo del mismo, se podrá apreciar cómo la implantación de la norma para la mayoría de las organizaciones debería poder ser ejecutada en un tiempo inferior a un año y con un presupuesto aceptable.

**Palabras clave:** ISO 27001, Análisis de Riesgos, Plan Director de Seguridad, Seguridad de la información, Implantación ISO.

## 1. Introducción

Es una necesidad aumentar la seguridad de la información. En los tiempos que corren actualmente, la información se ha vuelto uno de los bienes más preciados, y es por ello que la sociedad ha puesto el foco en incrementar la seguridad de esta. Si se orienta al sector privado, al cual va dirigido este documento, es de vital importancia mantener seguros los recursos de las compañías para amparar el futuro de estas. Es labor fundamental de la dirección de las organizaciones asegurar el futuro de las mismas.

A su vez, cada vez se genera más información, lo cual ha hecho a las empresas ser conocedoras de la importancia de esta información para la toma de decisiones. Eric Schmidt, CEO de Google, en un estudio publicado por Science en el año 2011 [1], afirmó que la humanidad había creado hasta 2003 la misma información que ahora se genera cada dos días. El ambiente global de las empresas hace que este sea altamente competitivo, lo que exige la toma de decisiones estratégicas constantemente. Para esta toma de decisiones, tratando de que puedan ser ejecutadas con el menor número de recursos personales y materiales, se utiliza el conocimiento.

Por estas razones, y relacionado con las normas ISO promulgadas por los diferentes expertos de las diferentes materias, surgió la norma referente a la seguridad de las organizaciones y de su información. Las normas ISO [2] son especificaciones con los requerimientos para que las organizaciones garanticen que los productos o servicios que ofrecen cumplen con la calidad deseada

La norma centrada en la seguridad es la 27001, la cual surgió en su primera versión en octubre de 2005. Algunos de los motivos principales por los cuales las organizaciones deben aplicar esta certificación son los siguientes:

- Reduce el riesgo de pérdida de información.
- Implanta ciertos controles como medida de seguridad.
- Ofrece garantía de cara a los clientes, dotando a la organización de un posicionamiento estratégico frente a la competencia.
- Prepara a la organización para poder seguir funcionando en el caso de sufrir problemas importantes.
- Reduce de costes y aumenta la eficiencia de los procesos.

Como se puede apreciar, los motivos para su implantación son más que suficientes. Los requisitos de esta norma aportan la necesidad de un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI) [3], el cual aporta diversas medidas para proteger la información contra las amenazas existentes, de tal forma que se asegure en todo momento la continuidad de las actividades o servicios de la organización. Para el SGSI es necesario la realización de un Análisis de Riesgos [4]. Existen diversas metodologías para la realización del Análisis de Riesgos, siendo Magerit [5] la empleada en el caso de implantación a tratar.

El objetivo principal perseguido en este documento es preparar a una organización para su certificación en la ISO 27001 [6], por lo que una vez realizado el Análisis de Riesgos se detalla un Plan Director de Seguridad para disminuir, transferir, evitar o incluso aceptar la ocurrencia del riesgo.

## 2. Materiales y métodos

En el proceso de implantación de la norma ISO 27001 es necesario la definición de un SGSI, y uno de los aspectos fundamentales para ello es la realización de un Análisis de Riesgos. Para el desarrollo del Análisis de Riesgos se ha empleado Magerit como metodología, empleada por la Administración Pública española. Con este análisis se pretenden estudiar los riesgos de materialización de las posibles amenazas y eventos no deseados, así como los daños y las consecuencias que pueden producir. En la siguiente figura, se puede apreciar el proceso seguido en la realización de un Análisis de Riesgos.

**Fig. 1.** Esquema de realización de un Análisis de Riesgos

Para ello, se parte del modelado de un mapa de activos que indique las relaciones entre los diferentes recursos o activos, así coma la identificación del valor total del negocio (Identificación de activos). A partir de este mapa, y siguiendo lo marcado por Magerit, se identifican los diferentes niveles de importancia entre recursos y procesos de forma simultánea. Finalmente se buscan las diferentes vulnerabilidades (Vulnerabilidades) y amenazas (Amenazas), para desarrollar los proyectos con los diferentes controles para la reducción de los diferentes riesgos. Para cada una de estas amenazas se analiza el impacto, es decir, la probabilidad de que ocurra y el daño que puede generar (Análisis de Impacto).

El Análisis de Riesgos es ejecutado sobre una organización de tamaño pequeño, unos 30 empleados, que ofrece un servicio informático de gestión. Este servicio informático es un SaaS en la nube, por lo que los datos de los clientes también son gestionados por la organización.

Los resultados de los datos obtenidos a través de Magerit son el valor de cada uno de los procesos y recursos en euros, así como de los diferentes riesgos derivados de las diferentes amenazas y vulnerabilidades. Para la valoración económica de los diferentes riesgos, Magerit dispone de un Catálogo de Amenazas que categoriza el impacto con respecto al DICAT (Disponibilidad, Integridad, Confidencialidad, Autenticidad, Trazabilidad) de cada amenaza. El Catálogo de amenazas [7] puede ser consultado en la propia página web del Centro Criptológico Nacional.

El Plan Director de Seguridad [8] adjuntado al análisis hace un estudio pormenorizado para cada uno de los diferentes proyectos que reduzcan un riesgo. Cada uno de estos proyectos contiene los objetivos, alcance, ámbito, diagrama de Gantt, riesgos del proyecto, control de cambios y presupuesto.

## 3. Los resultados

Los resultados esperados para cuantificar el proceso de implantación de la norma ISO 27001 en una pequeña organización son bastante esperanzadores. Se estima que en un proceso aproximado de un año y con unos recursos económicos inferiores a los 30K € se podría conseguir la certificación.

El Análisis de Riesgos detalla los riesgos más elevados en la gestión de los datos de los clientes y la seguridad física de la compañía. En cuanto a la gestión de los datos de los clientes, por posibles amenazas de fuga o pérdida de datos, y porque además, aportan los datos de Punto de Recuperación Objetivo (RPO) más bajos, por debajo de la hora. Por otra parte, es importante trabajar en la seguridad física de la organización, por riesgos de fuga de datos o extravío de material. Por último, y como aspecto positivo, la contingencia en una región del SaaS, con un servicio de alta disponibilidad de calidad, es un dato importante del buen hacer de la organización. Sin embargo, relacionado con la contingencia, en el Plan Director de Seguridad, aspecto estudiado más adelante, se propone un proyecto a largo plazo para ofrecer contingencia multiregión, pues el dato de Tiempo Objetivo de Recuperación (RTO) obtenido da valores inferiores a las cuatro horas.

Una vez realizado el exhaustivo Análisis de Riesgos, e identificados los principales riesgos y los activos más críticos y vulnerables, se diseña un Plan Director de Seguridad (PDS). El PDS refleja un estudio en detalle de diferentes proyectos a ser ejecutados para mitigar los diferentes riesgos existentes. En el presente caso, se estiman una serie de proyectos cuya valoración económica es inferior a los 30K € y que puede ser ejecutado por la organización en un tiempo aproximado de un año. Estos proyectos son tanto de instalación de nuevos productos o servicios, como de formación de los empleados tanto en seguridad como en procedimientos. Estos proyectos marcan las prioridades así como los recursos necesarios para elevar la seguridad de la organización. Estos son catalogados en función de la fecha de ser ejecutados, disponiendo de los "corto plazo", a realizar de forma inminente, "medio plazo" a realizar entre seis meses y un año, y "largo plazo" a realizar entre uno y dos años. En la mayoría de las empresas, los proyectos a corto plazo se basan en implantar y regular sistemas de seguridad física de equipos e instalaciones, y asegurar los datos de la compañía, para mejorar tanto el RTO como el RPO. En el presente caso, se realizan auditorías automatizadas de datos de bajo nivel y se aseguran mediante aparatos hardware con contingencia los diferentes servicios críticos de la compañía. Por último, siempre y como dato importante es necesaria una formación de todos los empleados en cuestiones de seguridad, pues en muchos casos es una buena medida de prevención.

Con estos datos, la organización valora poder optar a realizar la primera auditoría interna a finales de 2020, con el objetivo de poder contactar con una autoridad certificadora en el primer semestre de 2021.

## 4. Conclusiones

Es un aspecto muy relevante identificar que muchas empresas están en la posibilidad de alcanzar una certificación tan relevante como la 27001 en un tiempo inferior a un año. Ese esfuerzo podría permitir un ahorro de costes y una ventaja competitiva que solventaría con creces la inversión realizada para su preparación y obtención. En muchas ocasiones, existe cierto temor a estas normas pues la conciencia general es que ralentizan los procesos y que por ende, los encarecen, no siendo cierto.

Por otra parte, y centrado en la empresa privada a certificar, se obtienen datos bastante prometedores en ambos sentidos, positivo y negativo. El proceso realizado ha

ayudado a identificar posibles problemas enmascarados y difíciles de detectar. Por otra parte, ha dado un impulso esperanzador a la dirección de haber realizado las cosas bien durante muchos años. El hecho de haber detectado posibles riesgos alarmantes ha permitido establecer ciertos controles por el hecho de asegurar la compañía, fuera del marco de la obtención de la certificación.

Como conclusión final, es muy importante este proceso de certificación, pues la organización incluso no optando a la certificación, puede ver el estado real de la misma, y puede optar a tomar ciertas medidas o decisiones que pueden condicionar su futuro favorablemente.

## 5. Referencias


1. Hilbert, Marian; López, Priscila; (2011). *The World's Technological Capcity To Store, Communicate, and Compute Information.* Science.
2. Iso-Tools. *¿Qué son las normas ISO y cuál es su finalidad?*. https://www.isotools.org/2015/03/19/que-son-las-normas-iso-y-cual-es-su-finalidad/. (Consultado el 11 de mayo de 2019).
3. Firma-e. (2013). ¿Qué es un SGSI – Sistema de Gestión de Seguridad de la Información?. https://www.firma-e.com/blog/que-es-un-sgsi-sistema-de-gestion-de-seguridad-de-la-informacion/. (Consultado el 22 de mayo de 2019).
4. Pmg-ssi, blog editado por Iso-tools. (2013) *¿Cómo realizar el análisis de riesgos según la norma ISO 27001?. https://www.pmg-ssi.com/2019/04/como-realizar-el-analisis-de-riesgos-segun-la-norma-iso-27001/.* (Consultado el 23 de mayo de 2019)
5. Esquema Nacional de Seguridad, Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, Gobierno de España. (2012). *Magerit – versión 3.0. Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información – Libro I - Método*. Publicado online.
6. Comité técnico CTN71 Tecnología de la información. (2017). *UNE-EN ISO/IEC 27001*. Publicado online.
7. Esquema Nacional de Seguridad, Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, Gobierno de España. (2012). *Magerit – versión 3.0. Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información – Libro II – Catálogo de elementos.* Publicado online.
8. Incibe, Instituto Nacional de Ciberseguridad. *Plan Director de Seguridad*. Publicado online.

# Gestión de servicios TI con Itil y herramientas Opensource

José Luis González Blázquez

jlgonzalezblazquez@gmail.com

**Resumen.** El siguiente articulo presenta la transcendencia que la implantación de las buenas prácticas Itil tienen en el ámbito de las empresas dedicadas a la prestación de servicios TI. Partiendo de un análisis particular a una empresa TI dedicada a la prestación de servicios, se desarrolla un proyecto de implantación de procesos Itil, apoyados por herramientas Opensource como solución a la aparición de problemas a la hora de gestionar correctamente los servicios que entrega a sus clientes. Los resultados esperados muestran la relación existente entre una correcta gestión de los servicios basada en un método de trabajo con procesos definidos y alineados con los objetivos del negocio, con el éxito de la empresa a la hora de prestar servicios de calidad gestionados según los criterios de las mejores prácticas Itil.

**Palabras clave:**. Gestión de servicios, procesos, Itil, Opensource.

## 1. Introducción

En el mundo tecnológico actual, la gestión de los sistemas de información de cualquier empresa ha conseguido tal relevancia que ha pasado a convertirse en el corazón y el motor de estas, adquiriendo la información un valor en sí misma. Estos sistemas de información cada día aumentan su complejidad con la incorporación de nuevas funcionalidades, servicios y componentes, proporcionando al mismo tiempo un valor competitivo y diferencial al negocio de las empresas.

Son estas empresas las que para sobrevivir en un mercado competitivo están obligadas a compararse continuamente con la competencia, para conocer qué capacidad tienen a la hora de producir, cuál es su nivel de competitividad o cuáles son sus posibilidades de mejora. Están son las razones por las que deben encontrar maneras de fortalecerse y de garantizar su rendimiento y eficacia.

En esa búsqueda hacia la calidad a través de la evaluación con contextos parecidos y estándares de mercado, las empresas acceden a las mejores prácticas del negocio puestas a su disposición por un gran número de modelos y referencias como Cobit, Itil, Six Sigma, las normas ISO 9000 e ISO 20000…Estos modelos y referencias ponen de manifiesto lo que ya es un hecho contrastado, y es que las empresas para ofrecer valor y ser competitivas cada vez más tienden hacia un modelo de gestión basado en servicios TI y orientado a procesos. Para conseguir diferenciarse de la competencia es cada vez

más importante para las empresas verse respaldadas por estándares reconocidos internacionalmente.

Esta cultura orientada a servicios y centrada en procesos es la base del enfoque de Itil[1]. En un mercado donde por un lado los clientes demandan cada vez más la entrega de servicios TI de calidad y por el otro las empresas cada vez con mayor frecuencia siguen una cultura orientada a servicios relacionada con las necesidades que generan los nuevos negocios, se puede construir un caso a través de cualquier empresa que preste servicios, donde se desarrolle su sistema de información basado en procesos que definan su actividad y posteriormente con la ayuda de las buenas prácticas Itil, alinear los servicios que presta con las necesidades que demandan sus clientes, además de mejorar la calidad de los servicios prestados y sus costes.

Cada empresa es un mundo que debe ser analizada y estudiada con detalle, para ello se deben revisar minuciosamente sus necesidades y analizar con criterio cual es el modelo, herramienta o estándar de gestión que mejor se adapta a ella.

## 2. El argumento

Aplicar las mejores prácticas Itil en una empresa dedicada a la prestación de servicios TI usando el estándar Itil, añade a la empresa una cultura orientada a los servicios, implementando nuevas funcionalidades y manteniéndolas en el tiempo con el nivel de calidad acordado y con un control asegurado de sus riesgos y de sus costes. Estas funcionalidades están estrechamente relacionadas con los avances en tecnología, las necesidades que vienen aparejadas a los nuevos negocios que van apareciendo y las distintas y cambiantes legislaciones.

Itil permite alinear las necesidades y los objetivos de negocio de la empresa con sus procesos, servicios prestados y con los distintos departamentos de la empresa. Esta alineación mejorará la productividad de la empresa ya que ahora utilizará de una manera más eficiente sus recursos, además de reducir considerablemente sus gastos de estructura y costes ocultos, que la hacían ser insuficiente a la hora de prestar sus servicios.

Itil va a ser beneficioso para gestionar los servicios de una empresa porque:

Permitirá a la empresa contar con un método de trabajo con procesos definidos alineados con los objetivos del negocio al contar con un enfoque de Gestión de Servicios TI

Permitirá a la empresa contar con un modelo de Gobierno TI [2] con el objetivo de asegurase de que el área de TI está siendo el soporte de las estrategias de negocio de la empresa. Itil proporciona las mejores prácticas en la gestión de servicios TI, ya que se integra en los objetivos del negocio y proporciona procesos, controles e indicadores confiables. Por eso la gestión de servicios es clave en el Gobierno TI.

Permitirá a la empresa mejorar la calidad de los servicios que presta reduciendo los costes, al dotarla de procesos más maduros, con menos errores y de más calidad, al hacer las actividades siempre de una misma manera. El modelo de procesos definido por las mejores prácticas de Itil, está basado en roles y responsabilidades, que al ser implantados en la empresa originaran una nueva forma de trabajar, que facilitara la comunicación entre los distintos departamentos de la empresa.

Para aplicar las mejores prácticas Itil en una empresa se debe plantear un proyecto que contenga las actuaciones necesarias para conseguir procesos y procedimientos alineados con Itil. Para ello hay que analizar la situación y el contexto actual de la empresa objeto, identificar y revisar los procesos utilizados para llevar a cabo los servicios que presta, identificar su problemática y las soluciones que ofrecen los procesos recomendados por Itil, y por último, estructurar en diferentes fases la implantación de los procesos y apoyarse en herramientas propietarias o OpenSource que ayuden en la implantación.

## 3. Resultados esperados

La siguiente tabla muestra mejoras y beneficios en forma de resultados que se esperan obtener en la empresa una vez concluida la implantación de procesos Itil.

**Tabla 1**. Listado de mejoras y beneficios.

| **Resultados esperados** |
|---|
| Método de trabajo con procesos alineados con objetivos del negocio. |
| Roles y responsabilidades claramente definidas y delimitadas. |
| Mejora sustancial de la calidad de los servicios ofrecidos a los clientes. |
| Aumento de la productividad, competitividad y eficacia de la empresa. |
| Identificación de costes ocultos. |
| Seguimiento de los resultados y compromiso con la mejora continua. |
| Catálogo de Servicios actualizado. |
| Reducción de los riesgos y de los costes. |
| Punto único de contacto con cobertura 24x7. |
| Registro de las incidencias y de su solución. |
| Correcta gestión y aprovechamiento del conocimiento. |
| Plan de recuperación y de continuidad de los servicios. |
| Correcta gestión de los cambios. |
| Gestión y registro de todos los activos y configuraciones de la empresa. |
| Control y seguimiento de los servicios y de sus niveles de calidad de estos. |
| Mayor satisfacción de los clientes de la empresa. |
| Ventaja competitiva para la empresa dentro de su mercado gracias a que la adopción de un estándar reconocido supone una garantía de calidad. |

Estos resultados suponen el alcance deseado a conseguir en un futuro próximo, tras la implantación y mejora de los procesos de la empresa.

La consecuencia inmediata para la empresa es la adopción de un método de trabajo con procesos definidos que están alineados con los objetivos del negocio.

La evaluación de los resultados es completamente positiva y sienta la base sobre la que se puede interpretar que el modelo propuesto de implantación de procesos Itil lograra beneficios para la empresa a muy corto plazo.

Para ayudar en la implementación de los procesos Itil y para automatizar algunos de los servicios que presta la empresa, se puede optar por herramientas propietarias con mayor fiabilidad, coste y soporte o herramientas Opensource, siendo está opción la que

tendrá más peso en la decisión siempre que se desee mantener un coste de implantación bajo.

El software Libre tiene entre sus principales características los reducidos costes en la adquisición de software y pago de licencias, lo que beneficia notablemente la rentabilidad de cualquier proyecto de implantación, ya que va a permitir a la empresa ahorrar mucho dinero en todo este proceso de cambio que va a acometer.

## 4. Conclusiones

Las distintas conclusiones extraídas conducen a pensar que las buenas prácticas Itil son la mejor base para que la empresa gestione adecuadamente sus servicios TI alineados con su estrategia de negocio, ya que este marco de buenas prácticas aporta las indicaciones precisas de cómo deben hacerse las cosas para gestionar de manera eficiente los servicios que presta la empresa a sus clientes. Sin embargo, hay que tener muy presente que la implementación correcta de estas buenas prácticas es responsabilidad única de cada empresa.

Existen empresas que presentan un escenario plagado de problemas originados por la inexistencia de un método sistemático a la hora de realizar sus actividades diarias. Corregir estas deficiencias a través de la implantación de buenas prácticas Itil da como resultado un escenario donde la empresa dispondrá de un mapa de procesos estructurado y definido, con una clara identificación de roles y responsabilidades orientadas a la consecución de los objetivos del negocio. Además, experimentara un notable incremento del valor aportado a los clientes y se dotara de un sistema de mejora continua, que es fundamental a la hora de determinar si se están haciendo las cosas correctamente o identificar qué es lo que se puede mejorar.

Solo evolucionando y adaptándose a los cambios la empresa puede avanzar y competir, por eso un proyecto de implantación, optimización y mejora de sus procesos significa un punto de partida desde el cual iniciar una mejora continua de la empresa que garantice en el presente y en el futuro la entrega de servicios de calidad a sus clientes.

Es fundamental mantener de cara al futuro concienciados e involucrados a la dirección y a los trabajadores de la empresa, en la importancia de mantener y mejorar lo implantado. En el plano de futuras ampliaciones de proyectos de estas características hay varias líneas a seguir en las cuales se podría hacer foco, como son:

Estudiar implementar Cobit (que nos dice lo qué debemos controlar), con la estrategia de mejores prácticas Itil (que nos dice como debemos hacerlo). Esta integración de Cobit con Itil traerá un eficiente cumplimiento de las regulaciones vigentes[3].

Implementar todos los procesos definidos por Itil que se puedan según las características y problemática de cada empresa, como por ejemplo la Gestión de Proveedores (en muchas empresas se trata dentro del proceso de Compras), para que se ocupe de gestionar los proveedores y los servicios que estos proporcionan a la empresa.

Incorporar nuevos servicios en las líneas de negocio de la empresa siguiendo las recomendaciones Itil.

## 5. Referencias


1. Jean-Luc BAUB, E.D (2015). Preparación para la certificación ITIL V3-2011. ENI Ediciones, Barcelona (España).
2. Muñoz, I., & Ulloa, G. (2011). Gobierno de TI. Revista S&T, 9(17), 23-53. Cali: Universidad Icesi.
3. Rolling Meadows, ITGI. (2008b). Alineando COBIT® 4.1, ITIL® V3 e ISO/IEC 27002 en beneficio de la empresa.

# Influencia de la ciberseguridad en los proyectos de automatización industrial

José Francisco Paredes

Master en Dirección de Proyectos Informáticos
Universidad de Alcalá
josefco.paredes@edu.uah.es

**Resumen:** En este artículo se pretende hacer un resumen de los puntos más relevantes de la ciberseguridad en los proyectos industriales, las diferencias existentes entre los entornos industriales y las tecnologías de la información, la evaluación de riesgos y alguna de las medidas a utilizar para minimizar los riesgos ante ciberataques en los proyectos de automatización industrial.

## 1. Introducción

La nueva revolución industrial (industria 4.0), el big data, el almacenaje en la nube, etc. hace que el número de dispositivos conectados a la red este incrementándose de manera exponencial. Esto provoca que el número de amenazas también aumente en la misma medida.

La seguridad en la industria no es una desconocida, desde hace décadas la industria ha implementado medidas de seguridad en distintos facetas: Seguridad física, industrial, ambiental, etc. Sin embargo, la ciberseguridad industrial es más desconocida.

Las industrias críticas, como energía, transporte, defensa y sanidad, tienen unas normativas específicas de aplicación en el entorno de la ciberseguridad, pero el resto de industrias con proyectos industriales, no han implementado estas normativas. Actualmente, se ha desarrollado la normativa IEC62443 que tiene una amplia aceptación.

## 2. Diferencias entre el entorno de la tecnología de la información (IT) y la tecnología de la operación (OT)

Aparentemente, la manera más sencilla de desarrollar proyectos de ciberseguridad en los proyectos de control industrial sería la aplicación de técnicas y soluciones aplicadas, desde hace años, en los proyectos IT. Sin embargo, las características especiales de los proyectos industriales desaconsejan esta opción.

La seguridad de la información en OT prioriza la **disponibilidad**, la **integridad** y la **confidencialidad**, mientras que para IT lo más importante es la **confidencialidad**, luego la **integridad** y, por último, la **disponibilidad**

**El ciclo de vida** de un equipo OT es de décadas mientras que un equipo IT tiene una duración de años.

Los equipos OT trabajan en **tiempo real** con un periodo de latencia menor a 1 ms mientras en entornos IT los valores de 1 s son admisibles.

Los equipos industriales son muy robustos y de alta fiabilidad y no suelen tener recursos libres, con lo que aplicaciones de parches o actualizaciones no son fáciles de implementar debido a la incertidumbre que podrían generar.

Además dentro de los equipos de OT hay una gran variedad de elementos que utilizan protocolos y programas propietarios lo que hace difícil aplicar una solución única a todo el sistema.

## 3. Evaluación de riesgos

Antes de planificar alguna medida de defensa en los proyectos de control industrial, se tiene que conocer en qué estado se encuentra. Para ello, se utiliza la evaluación de riesgos.

La evaluación de riesgos trata de evaluar que vulnerabilidades se esconden en el sistema, cuáles se podrían explotar y cuáles serían las

consecuencias de esa explotación. Para ello se realiza una tabla valorada de riesgos según los factores de severidad, criticidad, probabilidad e impacto.

La evaluación de riesgos se divide, principalmente, en tres pasos:

- Identificación de activos y caracterización del sistema. En este paso se encuentran todos los activos del sistema y se evalúan su criticidad y su impacto. El resultado de este paso es una lista de objetivos potenciales.
- Identificación de vulnerabilidades y el modelado de amenazas. En este paso se descubren las vulnerabilidades potenciales y se evalúan su severidad y probabilidad. El resultado es una matriz con posibles escenarios de riesgo.
- Cálculo y mitigación de riesgos. En este paso se evalúa el impacto total de una amenaza ante una vulnerabilidad. El resultado de este paso sería una calificación de riesgo según la vulnerabilidad y consejos para mitigarlos.

## 4. Defensa en Profundidad.

Afortunadamente, los sistemas de control industrial son fácilmente defendibles, debido a su idiosincrasia. No existe una única estrategia defensiva para asegurar los sistemas de control industrial, por ello la estrategia de seguridad a aplicar es la defensa en profundidad.

La defensa en profundidad consiste en un sistema de seguridad en capas creando una postura holística. La superposición de medidas es muy parecida a como se protegían los castillos en la Edad Media.

En la defensa en profundidad se distinguen las siguientes capas:

- Seguridad Física: limita el acceso a las zonas de control. Implica el uso de políticas, procedimientos y tecnologías

- Seguridad de Red: Segmentación de redes, políticas de firewall, switches, detección de intrusos y sistemas de prevención.
- Seguridad informática: Administración de parches, antimalware, eliminación de aplicaciones, servicios, etc. no usados.
- Seguridad de aplicación: Autentificación, autorización, gestión segura del ciclo de vida.
- Seguridad del Dispositivo: Bastionado de dispositivos, cifrado de la comunicación, administración de configuración y cambios.

## 5. Plan de respuesta ante incidentes de ciberseguridad

Un plan de respuesta a incidentes de ciberseguridad (IRP) es un documento que contiene una metodología estructurada para manejar y mitigar las consecuencias de incidentes de seguridad, ataques cibernéticos y otros factores.

Cuando se produce un incidente de ciberseguridad, este debe ser detectado lo más rápido posible, se debe evaluar su naturaleza y gravedad y, responder de una manera adecuada para limitar sus efectos.

Un IRP establece las acciones y procedimientos necesarios para:

- Reconocer incidentes;
- Evaluar la situación de manera rápida y eficaz;
- Notificar el incidente al personal pertinente
- Organizar la respuesta ante el incidente
- Minimizar los daños.
- Restaurar los recursos afectados

Un IRP debe incluir un plan de mantenimiento, de actualización y pruebas programadas que permitan valorar su eficacia ante emergencias.

## 6. Ciclo de vida de la ciberseguridad

El ciclo de vida de la ciberseguridad es un proceso que consta de cuatro fases principales:

- Fase de evaluación. Analiza el sistema de control industrial. Organiza los activos en zonas y define los conductos de comunicación entre las zonas. Define vulnerabilidades, calcula riesgos y establece prioridades según el riesgo relativo.

- Fase de implementación. La fase de evaluación se utiliza para crear requisitos de seguridad detallados. Los requisitos se utilizan a su vez para diseñar e implementar contramedidas. Estas contramedidas pueden ser tecnológicas, políticas, corporativas y/o prácticas organizativas, (capacitación, rendición de cuentas, etc.)

- Fase de mantenimiento. Supervisa activamente el sistema de control industrial, responde a incidentes, realiza tareas de mantenimiento (copias de seguridad, parches, etc.) y administra los cambios. Esta fase consiste en una variedad de actividades independientes que deben gestionarse de manera continua. Las actividades se pueden dividir en 2 tipos:
    - Las que se producen de forma continua, y
    - Las que se basan en eventos.

- Fase de mejora continua. Se realizan auditorias periódicas. Se analizan los incidentes y se implementan los cambios necesarios. Las actividades en la fase de mejora continua se llevan a cabo específicamente para mejorar los procesos documentados en la fase de mantenimiento

## 7. Conclusiones

Aunque la seguridad absoluta no existe, y se tiene que ser consciente que sufrir un ciberataque no es una cuestión de probabilidad, sino de tiempo. Se deben tomar medidas que permitan minimizar los efectos de esos ciberataques. Para ello y como resumen, se recomienda aplicar una serie de medidas de seguridad como son:

A nivel empresarial:

- Implementar políticas de seguridad como parches, actualizaciones, contraseñas, dispositivos móviles, copias de seguridad, etc.
- Involucrar al personal
- Implementar la segmentación de redes y firewalls
- Establecer un control de acceso. Contraseñas, acceso remoto
- Medidas de detección de intrusiones.
- Desarrollar un plan de respuesta ante incidentes de ciberseguridad

A nivel zona industrial:

- Aplicar normativas vigentes
- Utilizar arquitecturas probadas
- Deshabilitar servicios, puertos y protocolos no usados.
- Segmentar la instalación
- Gestión de usuarios, contraseñas, acceso remoto, etc.

## 8. Referencias


1. Página web de Rockwell Automation https://www.rockwellautomation.com/es_ES/capabilities (Consultado 10 de enero de 2019)
2. Drias, Z.; Serhrouchni, A.; Vogel, O. (2016). Analysis of Cyber Security for Industrial Control Systems. https://www.researchgate.net
3. Soluciones para Ciberseguridad Industrial de Siemens https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/Ciberseguridad/ (Consultado el 22 de febrero de 2019).
4. Center for internet security (CIS) Top 20 Critical security controls. https://www.cisecurity.org/cybersecurity-best-practices/ (Consultado el 22 de diciembre de 2018).

# Derecho de usuario en el mercado de BIG DATA

Sasan Jafari Kopaei

**Resumen.** El objetivo principal del proyecto es analizar el concepto de derecho de usuario en un proyecto de big data, examinando cada una de las fases que lo componen. El proyecto nace de la intención de informar a los usuarios de sus derechos para que pueden preservar su privacidad. Se describe el mercado de big data y los conceptos básicos en cuanto a derecho de usuario, esto es, el marco jurídico y los derechos aplicables. Se detallan los beneficios y los riesgos asociados a esta herramienta como gestión de cantidades masivas de datos. Mediante una serie de buenas prácticas se aportan competencias para salvaguardar la privacidad y garantizar la seguridad de datos en un proyecto de big data.

**Palabras clave:** big data, Reglamento General de Protección de Datos (RGPD), algoritmo, Grupo de Trabajo del Artículo 29 (GT29), delegado de protección de datos (DPO), evaluación de impacto (EIPD), privacidad proactiva, seguridad, seudonimización, anonimización.

## 1 Introducción

Actualmente el ser humano genera datos constantemente a través de las tecnologías. Estos datos pueden ser analizados para revelar patrones de comportamiento, hábitos y preferencias hacia algo determinado, ya sea un producto, un evento o un determinado lugar.

El big data es el conjunto de herramientas y algoritmos que analiza datos masivos con el fin de otorgarles un determinado valor.

Las herramientas como big data pueden utilizar los datos para conseguir un beneficio específico; predicciones climatológicas, de tráfico o incluso el lanzamiento de un nuevo producto en el mercado pueden ser el resultado de un análisis de big data.

Los beneficios de esta herramienta son muy amplios. Con suficientes datos se pueden vaticinar estados, comportamientos y tendencias. Por ejemplo, se podría seleccionar el plan de estudios más adecuado para cada alumno integrante de un centro académico o se podría saber en qué determinadas zonas debería invertirse en publicidad en una campaña electoral (como ocurrió en la campaña de Barak Obama).

Pero no se deben obviar los riesgos que presenta la herramienta. Los algoritmos asociados a big data han sido desarrollados por el ser humano, pudiendo contener fallos de programación que afectarían directamente a los resultados del análisis de datos. Como ejemplos de estos riesgos se tiene el caso del coche Tesla que se empotró contra un muro cuando llevaba el piloto automático activado, o cuando los algoritmos de Facebook censuraron la niña de la tan conocida foto de la guerra de Vietnam.

Centrándonos en el tema objetivo del presente trabajo, cabe destacar como riesgo del big data la violación de la privacidad de las personas, llegando incluso a episodios de discriminación cuando se usan estos datos buscando un determinado interés ajeno al usuario.

## 2 Datos de carácter personal

El nuevo marco legal define *dato de carácter personal* a toda información sobre una persona identificada o identificable y a su vez prohíbe la toma de decisiones automatizadas basadas en algoritmos.
Además, según el Artículo 9 de RGPD, quedan prohibidos el tratamiento de datos personales que revelen el origen étnico o racial, las opiniones políticas, las convicciones religiosas o filosóficas, o la afiliación sindical; y el tratamiento de datos genéticos y datos biométricos dirigidos a identificar a una persona física, o datos relativos a la salud o a las orientaciones sexuales de una persona física.
Una de las claves para evitar este uso indebido de los datos de carácter personal radica en el consentimiento. Según el artículo 4(11) de RGPD (UE) 2016/679, el consentimiento es toda manifestación de voluntad libre, específica, informada e inequívoca por la que el interesado acepta, ya sea mediante una declaración o una clara acción afirmativa, el tratamiento de datos personales que le conciernen.
El Grupo de Trabajo del Artículo 29 (GT29) publicó una guía (WP259) que detalla de forma muy exhaustiva el concepto de consentimiento a la luz del Reglamento UE 2016/70, del Parlamento Europeo y del Consejo.
Según el dictamen del Grupo de Trabajo del Artículo 29 se entiende por:

- Inequívoco: el consentimiento requiere de una declaración inequívoca por parte del individuo, o de un acto claramente positivo por su parte. El silencio, la inactividad en el uso de casillas pre marcadas es, a estos efectos, inválido.

- Libre: el consentimiento no será válido cuando se dé un desequilibrio de poder (por ejemplo, entre el empleado y el empleador), o cuando esté supeditado a la ejecución de un contrato.

- Específico: el consentimiento debe únicamente recabarse para el tratamiento de datos personales que se realice con una finalidad en particular.

- Revocable: los interesados tienen derecho a revocar su consentimiento en cualquier momento, sin que ello pueda suponerles detrimento alguno.

- Informado: se entenderá que el interesado ha emitido su consentimiento de manera plenamente informada, cuando se le haya proporcionado, por lo menos, la siguiente información: (i) la identidad del responsable de tratamiento; (ii) la finalidad de cada operación que se vaya a realizar; (iii) qué datos de carácter personal se van a recoger; (iii) la existencia del derecho a revocar el

consentimiento otorgado; (iv) si se van a tomar decisiones basadas únicamente en el tratamiento automatizado de sus datos personales; y (vi) si se procederá a la transferencia internacional de sus datos.

- Claro y distinguible: es imprescindible que, a la hora de obtener el consentimiento de los interesados, se utilice un lenguaje plano, claro y sencillo, teniendo en cuenta siempre la audiencia a la que se dirige.

Los documentos con condiciones de uso revelan el uso que se le va a dar a los datos personales. A pesar de que la ley obliga a este tipo de documentos a ser claros, entendibles y transparentes para cualquier usuario, en la mayoría de los casos los aceptamos sin leer y sin percatarnos del riesgo al que nos estamos exponiendo.

## 3 Derechos de usuario

Este Derecho es el conjunto de las distintas normas jurídicas que regulan las relaciones entre particulares o empresas a través de la informática y de ésta a través de Internet.
Es obligación del DPO conocer los derechos de usuarios y facilitar las vías para que los que éstos puedan velar por su privacidad.
Cualquier organismo que quiera tratar datos de carácter personal, necesitará contar con el consentimiento de los dueños de estos datos y el responsable del tratamiento deberá tomar medidas para informar a los usuarios de los derechos que tienen de forma concisa, transparente, inteligible y de fácil de acceso con un lenguaje claro y sencillo [1].
A continuación, se indican algunos de estos derechos:

- Derecho de acceso del interesado: el interesado tendrá derecho a obtener del responsable del tratamiento confirmación de si se están tratando o no datos personales que le conciernen y, en tal caso, derecho de acceso a los datos personales y a información relacionada. Regulado en el Artículo 15 de RGPD (UE) 2016/679.

- Derecho de rectificación: El interesado tendrá derecho a obtener sin dilación del responsable del tratamiento la rectificación de los datos personales inexactos que le conciernan. Regulado en el Artículo 16 de RGPD (UE) 2016/679.
- Derecho de supresión («el derecho al olvido»): El interesado tendrá derecho a obtener sin dilación indebida del responsable del tratamiento, la supresión de los datos personales que le conciernan. Regulado en el Artículo 17 de RGPD (UE) 2016/679.
- Derecho a la limitación del tratamiento: El interesado tendrá derecho a obtener del responsable del tratamiento la limitación del tratamiento de los datos. Regulado en el Artículo 18 de RGPD (UE) 2016/679.

- Derecho a la portabilidad de los datos: El interesado tendrá derecho a recibir los datos personales que le incumban, que haya facilitado a un responsable del tratamiento, en un formato estructurado, de uso común y lectura mecánica, y a transmitirlos a otro responsable del tratamiento sin que lo impida el responsable al que se los hubiera facilitado. Regulado en el Artículo 20 de RGPD (UE) 2016/679.
- Derecho de oposición: Es el derecho del interesado a oponerse, en cualquier momento, por motivos relacionados con su situación particular, a que datos personales que le conciernan sean objeto de un tratamiento.
- Derecho a no ser objeto de decisiones individualizadas: Todo interesado tendrá derecho a no ser objeto de una decisión basada únicamente en el tratamiento automatizado, incluida la elaboración de perfiles, que produzca efectos jurídicos en él o le afecte significativamente de modo similar.

### 3.1 Fases de un proyecto big data

La mayoría de los proyectos de big data siguen estas fases:

- La fase de recolección de datos (datos internos o compra-venta de datos).
- La fase de analizar datos y validación.
- La fase de almacenamiento (tanto los datos iniciales como los resultados).
- La fase de explotación de los resultados

En la fase de recolección de datos o fase de minería de datos, se debe distinguir entre datos internos o datos que se compran de fuentes externas.
El responsable de tratamiento y delegado de protección de datos tienes que considerar la privacidad desde el diseño, que presenta las siguientes características:

- Principio proactivo: Este concepto se basa en medidas proactivas, es decir, previene y anticipa problemas de privacidad antes de que ocurran.
- Principio de privacidad como configuración predeterminada: Los datos personales deben estar automáticamente protegidos en cualquier sistema tecnológico. Aunque la persona no realice ninguna acción la privacidad se mantiene intacta, ya que se encuentra predeterminada.
- Seguridad completa: Es decir, desde el primer momento, antes de que el primer dato personal sea recolectado, hasta la eliminación del servicio, la privacidad ha sido constante.
- Confiar en el sistema: Tenemos que conseguir atraves de la visibilidad y transparencia que todos los involucrados confien en el sistema y que tengan la posibilidad de verificar datos cuando se solicita.

- Privacidad de los usuarios: En todos los procesos, los responsables del tratamiento deben centrar en la privacidad de los usuarios como prioridad.
- Privacidad Incrustada en el Diseño: La privacidad debe convertirse en una parte esencial del producto o servicio que se está desarrollando. La protección de datos personales es parte integral del sistema, y no debe influir en su funcionalidad [2].

En cuanto a la fase de análisis de datos, el RGPD establece en el artículo 5 los siguientes principios relativos al tratamiento de datos personales que es necesario considerar en la definición de un tratamiento:

- Licitud, lealtad y transparencia: Los datos personales deben ser tratados de manera lícita, leal y transparente en relación con el interesado.

- Limitación de la finalidad: Los datos se deben recoger con fines determinados, explícitos y legítimos, y no serán tratados ulteriormente de manera incompatible con dichos fines.

- Minimización de datos: Los datos deben ser adecuados, pertinentes y limitados a lo necesario en relación con los fines para los que son tratados.

- Exactitud: Los datos deben ser exactos, y si fuera necesario, actualizados. Además, se establece que se adoptarán todas las medidas razonables para que se supriman o rectifiquen sin dilación si los datos son inexactos con respecto a los finales para los que se tratan.

- Limitación del plazo de conservación: Los datos deben ser mantenidos de forma que se permita la identificación de los interesados durante no más tiempo del necesario para los fines del tratamiento de los datos personales.

- Integridad y confidencialidad: Los datos deben ser tratados de tal manera que se garantice una seguridad adecuada mediante la aplicación de medidas de control apropiadas.

El artículo 5.2 del RGPD recoge el principio de accountability (responsabilidad proactiva), es decir, que el responsable del tratamiento debe estar en disposición de demostrar que cumple con lo regulado en el Reglamento [3].

En la fase de almacenamiento de datos hay que prestar atención a los mecanismos de control, el control de seguridad y la auditoría de control. Para ello, deben incluirse:

- La seudonimización y el cifrado de datos personales.

- La capacidad de garantizar la confidencialidad, integridad, disponibilidad y resiliencia permanentes de los sistemas y servicios de tratamiento.

- La capacidad de restaurar la disponibilidad y el acceso a los datos personales de forma rápida en caso de incidente físico o técnico.

- Un proceso de verificación, evaluación y valoración regulares de la eficacia de las medidas técnicas y organizativas para garantizar la seguridad del tratamiento.

En cuanto a la fase de análisis y conclusions, el Artículo 37 apartado 1 (b) de RGPD establece que el responsable del tratamiento designará un delegado de protección de datos siempre y cuando el tratamiento de datos sea a gran escala. El Articulo 39 define sus funciones:

- Informar y asesorar al responsable o al encargado del tratamiento y a los empleados que se ocupen del tratamiento de las obligaciones que les incumben en virtud del presente Reglamento y de otras disposiciones de protección de datos de la Unión o de los Estados miembros.

- Supervisar el cumplimiento de lo dispuesto en el presente Reglamento, de otras disposiciones de protección de datos de la Unión o de los Estados miembros y de las políticas del responsable o del encargado del tratamiento en materia de protección de datos personales, incluida la asignación de responsabilidades, la concienciación y formación del personal que participa en las operaciones de tratamiento, y las auditorías correspondientes.

- Ofrecer el asesoramiento que se le solicite acerca de la evaluación de impacto relativa a la protección de datos y supervisar su aplicación.

- Cooperar con la autoridad de control.

- Actuar como punto de contacto de la autoridad de control para cuestiones relativas al tratamiento.

- El delegado de protección de datos desempeñará sus funciones prestando la debida atención a los riesgos asociados a las operaciones de tratamiento, teniendo en cuenta la naturaleza, el alcance, el contexto y fines del tratamiento de impacto sobre la Protección de Datos (EIPD), el Artículo 35 apartado (2) establece lo siguiente:

  *«El responsable del tratamiento recabará el asesoramiento del delegado de protección de datos, si ha sido nombrado, al realizar la evaluación de impacto relativa a la protección de datos*.»

  Según la definición de la Agencia Española de Protección de datos, la Evaluación de Impacto (EIPD), es un proceso que ha de permitir a las empresas y administraciones determinar si las iniciativas que involucran el uso de información privada representan riesgos para el derecho a la protección de datos y, como valor añadido, les permite medir, cuantificar

dichos riesgos y valorar el impacto que tienen sobre los derechos y libertades de las personas cuyos datos personales tratan [4].

El Artículo 36 de RGPD establece lo siguiente: El responsable consultará a la autoridad de control antes de proceder al tratamiento cuando una evaluación de impacto relativa a la protección de los datos en virtud del artículo 35 muestre que el tratamiento entrañaría un alto riesgo si el responsable no toma medidas para para mitigarlo.
La siguiente figura según el GT 29 ilustra los principios básicos relacionados con el DPIA en el RGPD:

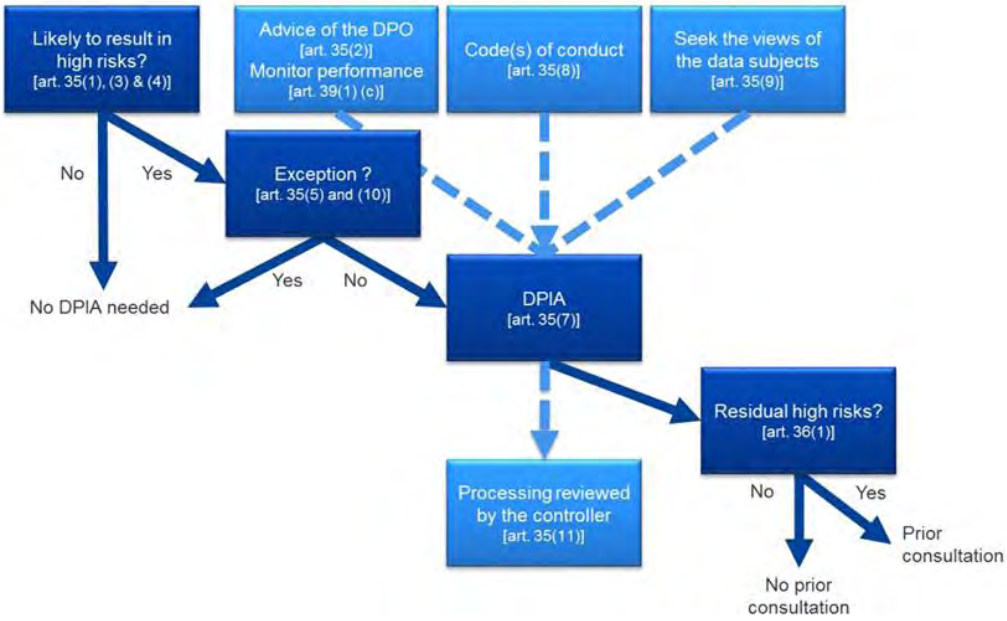



Fig. 1. Principios básicos de evaluación de impacto.

Después de todo lo analizado, los riesgos y los beneficios que aporta el big data, se evidencia que la existencia de los datos privados y la posibilidad de poder almacenarlos y analizarlos nos hace vulnerables.
No obstante, los órganos que brindan protección de datos y privacidad reconocen estos derechos de los usuarios como los derechos humanos y constitucionales.
Los usuarios pueden ejercer estos derechos cuando lo consideren y para ello, el responsable del tratamiento debe facilitar mecanismo.
Al adaptar estas soluciones digitales como big data, debemos contar con mecanismos de administración y gestión del riesgo para poder identificarlos y gestionarlos.
Hay que tener la capacidad de transmitir a los usuarios la confianza, el respeto por su privacidad, que se han evaluado los riesgos y se han tomado las medidas necesarias para eliminar los riesgos de tal forma que el proyecto se ajuste a la normativa vigente.

## Referencias

1. Artículo 12 apartado 1 de RGPD (UE) 2016/679
2. https://protecciondatos-lopd.com, publicado en 30 enero de 2018
3. Código de buenas prácticas para proyectos de big data, http://www.agpd.es y http://www.ismsforum.es
4. Código de buenas prácticas para proyectos de big data, http://www.agpd.es y http://www.ismsforum.es

# Pruebas Funcionales para la Calidad de Software

María Paz Sánchez Rodríguez

**Resumen.** En este proyecto nos centraremos en realizar un estudio sobre los fundamentos y técnicas de las pruebas de software. Se ha dividido el proyecto en cuatro grandes partes, fundamento teórico, definición de herramientas para la gestión de pruebas e incidencias, caso práctico donde se aplica todo el fundamento teórico y herramientas y por último, una metodología para la realización de las pruebas. En el fundamento teórico, nos centraremos en la realización de un estudio detallado sobre los diferentes tipos de pruebas que existen, revisando las técnicas y modelos. Además, se expondrán diferentes tipos de herramientas que pueden resultar útiles para las pruebas. Se profundizará en la explicación de las herramientas Testlink y Mantis, herramientas para la gestión de pruebas e incidencias respectivamente. Por último, se concluirá este trabajo con el desarrollo de una metodología ágil para aplicar a las pruebas de software.

**Palabras clave:** Software, Pruebas, Errores, Requisitos, Scrum, Testing.

## 1. Introducción

En el presente documento nos disponemos a tratar la temática sobre las pruebas funcionales para la calidad de software, también conocido como Testing de Software. ¿Por qué son necesarias este tipo de pruebas? ¿Qué beneficios nos aportan en el desarrollo software?

Las pruebas de software son una tarea muy importante que complementan a la actividad de desarrollo. Consiste en realizar una serie de pruebas que verifiquen que el desarrollo realizado cumple con las condiciones que se han indicado en las especificaciones impuestas para el producto. Estas pruebas van mucho más allá que aquellas que pudiera elaborar el desarrollador sobre su trabajo realizado, ya que él sólo intentará verificar que su desarrollo es correcto. Mientras que la persona encargada de las pruebas tratará en primer lugar de ver que cumple con las condiciones impuestas para el producto y luego, tratará de buscar todos los errores que pudieran existir.

Es así como se detectan el mayor número de errores en la fase de desarrollo, fase temprana del proyecto. Estos errores son más fáciles de solucionar y con costes más bajos. La inclusión de pruebas lleva consigo un mayor tiempo hasta que el producto es finalmente puesto en producción. Pero este tiempo añadido es beneficioso ya que, en caso de no realizarlas y sacar el producto con muchos errores, la corrección de los mismo nos llevaría a un mayor tiempo, porque estos defectos detectados harían que el producto tuviera que volver atrás y volver a la fase de desarrollo, dando con ello una imagen peyorativa del trabajo que el equipo es capaz de realizar.

Pero, ¿cómo sería la forma más fácil de realizar esta labor que acabamos de comentar? ¿qué tipo de metodologías serían útiles aplicar para llevarlo a cabo?

Se ha pensado que la mejor forma de aplicar las pruebas para el desarrollo software es haciendo uso de metodología ágiles, concretamente se ha pensado en Scrum. Se ha decidido el uso de esta metodología porque presenta iteraciones cortas donde en cada iteración se debe entregar un producto que aporte valor. Es decir, se van haciendo pequeñas entregas del producto desarrollado, donde el cliente del producto irá verificando si es lo que él desea y en caso contrario se modificará aquello que no fuese de su agrado en la siguiente iteración, sin tener que volver al punto de inicio del producto.

Esta metodología tiene la gran ventaja de que el cliente va viendo crecer el producto y puede ir introduciendo los cambios requeridos sobre el mismo desarrollo sin tener que esperar a tener el producto completo. Así se evita que tras la finalización del proyecto surjan nuevas propuestas sobre gestiones de cambios que aumenten notablemente el coste del producto.

## 2. Las pruebas de software

Las pruebas de software son el proceso mediante el cual se realizan todas las actividades del ciclo de vida, estáticas como dinámicas relacionadas con la planificación, preparación y evaluación del producto software para determinar que cumplen con los requisitos establecidos con el menor número de errores posibles.

Las pruebas son el único instrumento que pueden determinar la calidad que presenta un determinado producto software y la única forma de determinar que los requisitos por los que se desarrolló un determinado producto están cubiertos.

Los principales objetivos de las pruebas de software son [1]:

- Detectar defectos en el software.
- Verificar la integración adecuada de los componentes.
- Verificar que todos los requisitos se han implementado correctamente.
- Identificar y asegurar que los defectos encontrados se han corregido antes de entregar el software al cliente.
- Diseñar los casos de prueba que sistemáticamente saquen a la luz diferentes tipos de errores haciéndolo en el menor tiempo y con el menor esfuerzo posible.

Para entender en qué consisten las pruebas de software es necesario comprender las diferencias entre error, defecto y fallo.

Error (mistake) acción humana que produce un resultado incorrecto, como puede ser la mala interpretación de los requisitos del cliente.

Defecto (defect / fault) error en el código software que causa un fallo en la representación de una función.

Fallo (failure) se produce por un defecto, ya que es una desviación real del sistema producido en el resultado esperado.

### 2.1. Principios fundamentales del Testing.

El testing presenta siete principios que pasamos a citar a continuación [1]:

Principio 1: El Testing demuestra la presencia de errores.
Principio 2: El Testing exhaustivo es imposible.
Principio 3: Testing temprano.
Principio 4: Agrupamiento de defectos.
Principio 5: La paradoja del pesticida.
Principio 6: El Testing es dependiente del contexto.
Principio 7: Falacia sobre la ausencia de errores.

## 2.2. Proceso básico de las pruebas software

El proceso de pruebas consiste en la ejecución de un conjunto de casos de prueba que han sido previamente diseñados según unas especificaciones definidas por el cliente. La ejecución de estas pruebas tiene como objetivo la detección de errores en el software desarrollado e incumplimiento de las premisas establecidas en las especificaciones. Para realizar este proceso de pruebas y ser eficaces, es necesario regirse por un conjunto de actividades. El proceso de pruebas básico consta de las siguientes actividades principales:

- Planificación y control de pruebas.
- Análisis y diseño.
- Implementación y ejecución.
- Evaluación de los criterios de salida e informes.
- Actividades de cierre de pruebas.

**Fig. 1.** Proceso básico de las pruebas software [13]

## 2.3. Tipos de pruebas software

A continuación se muestra una tabla donde se resumen todos los tipos de pruebas de software.

| TIPOS DE PRUEBAS | TIPOS DE SUBPRUEBAS |
|---|---|
| Pruebas Funcionales | Pruebas Exploratorias |
| | Pruebas de Regresión |
| | Pruebas de Compatibilidad |
| | Pruebas de Integración |

| | |
|---|---|
| | Pruebas de Aceptación |
| Pruebas No Funcionales | Pruebas de Carga |
| | Pruebas de Estrés |
| | Pruebas de Volumen |
| | Pruebas de Configuración |
| | Pruebas de Usabilidad |
| | Pruebas de Seguridad |
| | Pruebas de Resistencia |
| | Pruebas de Escalabilidad |
| | Pruebas de Recuperación |
| | Pruebas de Mantenibilidad |
| Pruebas Estructurales | |
| Pruebas de Cambios | |
| Pruebas de Mantenimiento | |

**Tabla 1**. Tipos de pruebas de software

## 2.1. Herramientas de Testing

| HERRAMIENTAS | EJEMPLOS | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|
| Herramientas pruebas estáticas | CheckStyle | Para el desarrollo java que ayuda al cumplimiento del estándar |
| | SONAR | Analiza, recopila y visualiza métricas de código fuente |
| | Simian | Detección de software duplicado |
| | FingBugs | Detección de errores en código |
| | MacCabeTest | Evaluación complejidad ciclomática |
| | PMD | Analizador de código fuente |
| Herramientas de planificación y gestión | Testlink | Diseño y ejecución de casos de pruebas |
| | Redmine | Registro y gestión de incidencias |
| | Mantis | Registro y gestión de incidencias |
| | HP Quality Center | Gestión de requisitos, diseño, y creación de casos de pruebas |
| | IBM Rational Quality Manager | Similar a HP Quality Center |
| | Testopia | Diseño y gestión de casos de pruebas |
| | BugZilla | Gestión de incidencias |
| Herramientas para pruebas automáticas | Selenium | Automatización de pruebas en navegadores web |
| | QTP (Quick Test Professional) | Generación de scripts para automatización de pruebas |
| | SoapUI | Simula y genera códigos para servicios web |
| | Cucumber | Automatización de pruebas de aplicaciones web |

| | | |
|---|---|---|
| | IBM Rational Automation Framework | Generación de scripts para automatización de pruebas |
| Herramientas de rendimiento | Jmeter | Analiza y mide desempeño de servicios. |
| | LoadUI | Similar a Jmeter |
| | FunkLoad | Monitorización de rendimiento de servidores o pruebas de estrés |
| | HP Load Runner | Pruebas de rendimiento |

**Tabla 2**. Tipos de herramientas para pruebas

## 3. Metodología Scrum para las pruebas de software

La metodología Scrum es tendencia en la gestión de proyectos, sobre todo en el sector del desarrollo software. Se trata de una metodología ágil para trabajar en equipos a partir de iteraciones cortas a las que llamamos sprint. Su objetivo es controlar y planificar proyectos con un gran volumen de cambios de última hora. Esta metodología se centra en ajustar sus resultados y responder a las exigencias reales y exactas del cliente. De ahí, que se vaya revisando cada entregable, ya que estos varían a corto plazo.

Para aplicar esta metodología a las pruebas de software se formará un equipo al que se llamará squad que estará formado por un total de siete integrantes los cuales serán, un Product Owner (PO), un Scrum Master (SM), tres desarrolladores y dos personas para pruebas (QA).

Se definirán iteraciones llamadas sprint de dos semanas de duración donde se realizarán las siguientes tareas:

**Fig. 2.** Eventos del sprint

En la primera fila de cada semana (debajo de los días de la semana) se muestran las actividades comunes al equipo mientras que en la parte inferior a la comentada, se muestran las actividades propias del equipo de pruebas.

Además, se hará uso de una pizarra digital (usando para ello la herramienta online Trello) donde se mostrarán todas las tareas a realizar por el equipo y el estado en la que estas se encuentran.

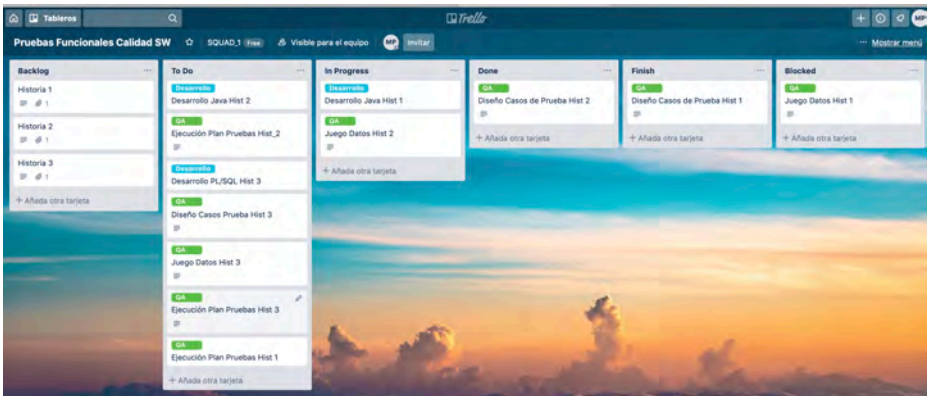



**Fig. 3.** Scrum Taskboard

Los estados por los que pueden pasar las tareas serán:

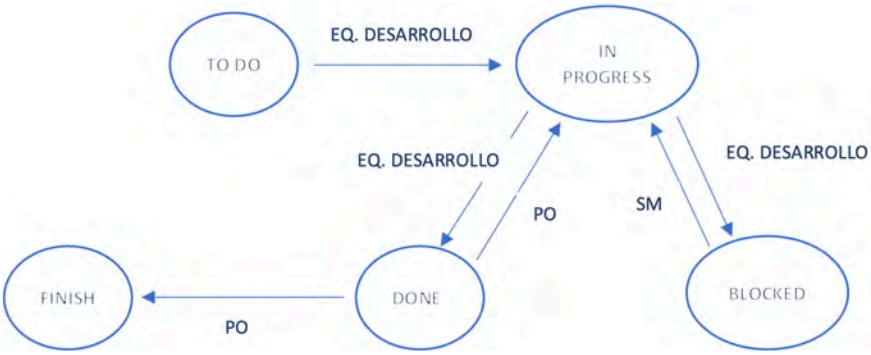



**Fig. 4.** Diagrama de estados de tareas

## 4. Conclusiones

Las pruebas de software es una parte muy importante que se suele llevar a cabo en un proyecto sobre desarrollo software, a la cual no siempre se le presta la atención que se debe. Además, el trabajo que realizan estas personas a veces es un trabajo mal visto por

sus compañeros desarrolladores, cuando en realidad debería de verse como un trabajo que ayuda al desarrollador a garantizar una buena calidad del trabajo realizado.

Se suele prestar mayor atención al desarrollo realizado y no a la exhaustividad de esta tarea para llegar a una fase final del proyecto donde el número de defectos se haya reducido al máximo. A menudo suele ocurrir en proyectos con tiempos muy ajustados que la parte del desarrollo propiamente dicha no termina en plazo, consumiendo tiempo de la parte de pruebas. Resultando que el software es entregado sin haber realizado las pruebas requeridas por el mismo.

El desarrollo es una parte primordial a la hora de elaborar estos tipos de proyectos, pero a pesar de tener un buen desarrollo la ausencia de defectos no puede garantizarse con lo que no podemos desprestigiar la realización de estas pruebas con el tiempo estimado para ellas y así garantizar que la calidad del software sea la máxima posible.

## 5. Referencias

[1] T. Müller, A, Beer, M. Klonk, R. Verma. Programa de estudio de nivel básico de ISTQB. Versión 2010.

[2] SSTQB, Acerca de SSTQB > Historia. [online] Avaible: http://www.sstqb.es/acerca-de-sstqb/historia-sstqb.html

[3] J.M. Sánchez Peño. (2015, Junio). Pruebas de Software. Fundamentos y Técnicas. [online] Avaible: http://oa.upm.es/40012/1/PFC_JOSE_MANUEL_SANCHEZ_PENO_3.pdf

[4] Anónimo. Pruebas de software. [online] Avaible: https://www.ecured.cu/Pruebas_de_software

[5] J.P. Arco. (2011, Septiembre 28). ISTQB – Cap 1 – Fundamentos del Testing – II. [online] Avaible: https://josepablosarco.wordpress.com/2011/09/28/istqb-cap-1-fundamentos-del-testing-ii/

[6] Wikipedia (2019, Marzo 25) Pruebas funcionales. [online] Avaible: https://es.wikipedia.org/wiki/Pruebas_funcionales

[7] PMOinformatica.com (2016, Agosto 1) 10 tipos de pruebas no funcionales. [online] Avaible: http://www.pmoinformatica.com/2016/07/tipos-pruebas-no-funcionales.html

[8] Principles of Testing – Chapter 1[online] Avaible: https://slideplayer.com/slide/6993542/

[9] Metodología Scrum (2019) [online] Avaible: https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/metodologia-scrum

[10] Qué es Scrum [online] Avaible: https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/

[11] Cómo funciona Scrum [online] Avaible: https://proyectosagiles.org/como-funciona-scrum/

[12] Deloitte, Introducción al modelo agile de Spotify [online] Avaible: https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/introduccion-modelo-agile-spotify.html

[13] Proceso básico de las pruebas de software [onlin] Avaible: https://www.causa-efecto-propuesta.com/Ingenieria/Proceso-basico-de-las-pruebas-de-software-496.php

# Optimización en la asignación de responsables de proyectos software mediante técnicas de machine learning

Rubén Pérez Ortiz, José Amelio Medina Merodio
[1]Departamento de Ciencias de la Computación
Escuela Politécnica Superior
Universidad de Alcalá
28871 Alcalá de Henares (Madrid)
E-mail: rbn.perez.ortiz@gmail.com; josea.medina@uah.es;

**Abstract.** Se ha desarrollado una aplicación para poder ayudar a los respectivos directivos de una empresa a seleccionar a los responsables más adecuados, dado un histórico de proyectos ya realizados. Se ha realizado en Python con librerías de R, utilizando machine learning. Se ha estudiado distintos algoritmos predictivos; regresión lineal múltiple, regresión logística, análisis discriminante y Random Forest para realizar distintos modelos. Estos se evaluaron en función de una base de datos, simulando los datos de una empresa real comprobando el éxito o el fracaso de cada uno de los proyectos ya realizados por los diferentes responsables. Estableciendo una clasificación entre ellos según diferentes parámetros, obteniendo el 100% de fiabilidad para el algoritmo de regresión logística. Llegando a la conclusión del buen funcionamiento de la aplicación para algunos algoritmos predictivos, la necesidad de implementar un mayor número de algoritmos y la posibilidad de asociar esta aplicación con alguna de las metodologías ágiles actuales.

**Keywords:** Responsable, proyecto, asignación agile, metodología, datamining, extracción del conocimiento, machine learning, algoritmos predictivos, Python, R.

## 1 Introducción

Una de las partes más importantes y que muchas veces pasa desapercibida en cuanto al tema de gestión de proyectos informáticos, desde el punto de vista de la dirección, es seleccionar al responsable que lleve a cabo ese proyecto informático. Por ello se ha realizado esta aplicación para intentar ayudar en la toma de decisión a la dirección en la asignación comentada. Para ello una ayuda fundamental son las metodologías de trabajo ya sean las tradicionales o las ágiles.

De las cuales tenemos principalmente dos tipos, las tradicionales y las ágiles, siendo estas ultimas las más utilizadas hoy en día, ya que permiten una mayor flexibilidad en los requisitos y en los cambios. Además, reducen los costes normalmente y un incremento de la productividad gracias a su implantación en las

empresas. Permiten mejorar la calidad del producto ya que al tener la continua interacción entre desarrolladores y clientes produce menos desviaciones en lo que el cliente requiere.

Las metodologías ágiles más conocidas, como son; programación extrema (XP), Scrum, Kanban, DevOps, etc.

La programación extrema o XP es una metodología ágil de desarrollo de software con el objetivo de conseguir un código de calidad y flexible y mejorar la productividad. Se trata de un método muy útil para abordar proyectos con requisitos cambiantes o poco definidos. Haciendo hincapié esta metodología más en la adaptabilidad que en la previsibilidad. [1]

Scrum por otro lado se usa para la dirección del desarrollo de productos complejos, y varios procesos y técnicas garantizan que esto ocurre. Busca cómo optimizar la predictibilidad y controlar el riesgo utilizando un método Iterativo e Incremental. Por ello existe tres pilares que se deben implementar; transparencia, inspección y adaptación. [2]

Otra metodología es Kanban cuyo objetivo es establecer un flujo de trabajo constante y organizado, aumentando la productividad y la calidad del producto final [3].

O DevOps cuyo gran reto de DevOps es alinear los objetivos de diversos equipos que trabajan en un mismo proyecto para lanzar aplicaciones confiables de manera rápida y frecuente [4].

Para el desarrollo de la aplicación como se ha dicho anteriormente nos basaremos en machine learning, pero ¿Qué es? Se podría decir que es un reconocimiento de patrones basado en iteraciones y experiencias anteriores que permiten realizar dichos patrones e ir perfeccionándolos con más observaciones de manera que podemos decir que la maquina aprendería por si sola.

Existen varios tipos de machine learning según el tipo de aprendizaje: [5]:

- Supervisado: La máquina conoce la entrada de datos y la salida que debe darse.
- No supervisado: La maquina conoce la entrada de datos, pero desconoce la salida.
- Por refuerzo: La maquina conoce la entrada de datos y no conoce la salida, pero según los resultados obtenidos se otorgan refuerzos positivos o negativos para que aprenda.

Actualmente esta tecnología de machine learning se utiliza en muchos campos, como para la detección y reconocimiento de imágenes, para encontrar patrones, reconocimiento del habla, vehículos autónomos, medicina para predicción de enfermedades, etc.

El proceso principal del machine learning es la extracción del conocimiento, que podemos definir como un proceso para adquirir conocimiento a partir de una serie de datos, mediante una serie de pasos, los cuáles son; selección de objetivos, preparación de datos, datamining, evaluación o validación de los modelos y despliegue del modelo. [6]

Y es en el proceso de datamining donde se centra nuestra aplicación, que es la fase donde se analizan los datos y se crean los modelos. Intentando resolver tanto problemas descriptivos como predictivos. Donde Los problemas descriptivos son

aquellos donde se buscan obtener relaciones o asociaciones entre las diferentes observaciones, las cuales son las entradas del modelo.

Y los problemas predictivos son aquellos en los que se puede predecir una variable a partir de otras variables o de ciertos factores.

## 2 Estado del arte

Algunas de las técnicas para los problemas descriptivos son:

- Clusterización: esta técnica resuelve problemas de clasificación, realiza agrupaciones de observaciones que se denominan clústeres según la distancia o similitud que haya entre las distintas observaciones pertenecientes a los clústeres. [7]
- Asociación: Esta técnica también es un aprendizaje no supervisado, la cual identifica relaciones existentes entre las observaciones, a las cuales se les denomina ítems. [8]
- Clasificación: Es una de las técnicas más utilizadas en el machine learning, es una técnica supervisada, y consiste en dividir los diferentes datos u observaciones de entrada en diferentes grupos mutuamente excluyentes. [9]

Y las técnicas más comunes para los problemas predictivos son:

- Series temporales: que son varias observaciones de una variable tomadas secuencialmente en diversos instantes de tiempo. Son generalmente utilizadas para ver tendencias, por ejemplo, en economía o para medir distribuciones. [10]
- Y arboles de predicción, análisis discriminante y regresiones que son los algoritmos implementados en la aplicación.

Los algoritmos de regresión utilizan la regresión como eje principal del algoritmo, esta es una técnica estadística que analiza la relación de dos o más variables que principalmente se utiliza para inferir datos a partir de otros y hallar una respuesta de lo que puede suceder.

Existen diversos tipos de regresiones, lineal simple, lineal múltiple, logística, de Cox, etc. Pero a continuación solo se centran en las que se han implementado en la aplicación que son dos la regresión lineal múltiple y la regresión logística. [11]

El análisis discriminante es una técnica que se utiliza normalmente para pronosticar a que grupo pertenece cada una de las observaciones realizadas en el dataset de estudio. Algunas veces denominan este tipo de análisis como análisis de clasificación, dando las probabilidades de pertenecer a un grupo o a otro.

Utilizando una o más variables discriminantes, las cuales son las que definen a los diferentes grupos que se pueden realizar con las observaciones, y mediante las cuales se pueden clasificar dichas observaciones. La predicción de a qué grupo pertenece cada observación se realiza mediante ecuaciones matemáticas que se llaman funciones discriminantes. [12]

Random Forest es otro de los algoritmos predictivos implementado, es una técnica de predicción supervisada, cuyo funcionamiento consiste en entrenar un conjunto de árboles con diferentes datos y variables, combinando el resultado de los diferentes arboles de decisión, los cuales forman lo que se denomina un bosque

Una característica propia de este algoritmo es que establece una clasificación de las variables en la predicción, según la importancia de cada una de ellas en la predicción. Algo similar a la significancia de las variables que se suelen en obtener en otro tipo de algoritmos, como son los algoritmos de regresión. [12]

## 3 Metodología

Tras un análisis de los conceptos anteriormente comentados, se procedió a la realización de una aplicación, en lenguaje Python y apoyada en ciertas funciones de R, mediante los algoritmos predictivos; regresión lineal múltiple, regresión logística, análisis discriminante y Random Forest, para realizar predicciones sobre una base de datos dada, en este caso una base de datos, sobre proyectos realizados en una empresa.

Se utiliza la técnica de Machine Learning, para desarrollar una aplicación que nos ayude a seleccionar a un responsable adecuado para la ejecución de un determinado proyecto.

Para realizar el análisis se utilizó una base de datos con 9777 observaciones y 30 variables, siendo cada una de las observaciones una aplicación realizada.

## 4 Desarrollo de la aplicación

Esta aplicación facilitará al usuario ocho funcionalidades para poder ayudarle a seleccionar al responsable más adecuado para realizar el proyecto software, real.

La primera función denominada mejorModelo(), que recibe como argumento cada uno de los porcentajes de acierto de los cuatro modelos implementados y la validación de cada uno de ellos. Comprobándose dentro de la función la fiabilidad de cada uno de ellos y ordenándolos de mayor a menor fiabilidad.

La segunda función denominada mejorPrediccion(), que recibe como argumento cada uno de los porcentajes de acierto de cada uno de los modelos implementados y los ordena, mostrando aquel que tiene mejor porcentaje de acierto.

La tercera función denominada modeloMasFiable(), que recibe como argumento cada uno de los porcentajes de validación del modelo realizado y los ordena, mostrando aquel que tiene una mejor validación.

La cuarta función denominada RankingResponsablesRLM(), que recibe como argumento el dataset principal de datos y mostrará ordenadamente del candidato número uno a realizar el proyecto al candidato peor cualificado para la asignación de proyecto, según el algoritmo de regresión lineal múltiple.

La quinta función denominada RankingResponsablesLOG(), que recibe como argumento el dataset principal de datos y mostrará ordenadamente del candidato número uno a realizar el proyecto al candidato peor cualificado para la asignación de proyecto, según el algoritmo de regresión logística.

La sexta función denominada RankingResponsablesLDA(), que recibe como argumento el dataset principal de datos y mostrará ordenadamente del candidato

número uno a realizar el proyecto al candidato peor cualificado para la asignación de proyecto, según el algoritmo de análisis discriminante.

La séptima función denominada RankingResponsablesTree(), que recibe como argumento el dataset principal de datos y mostrará ordenadamente de los candidatos número uno a realizar el proyecto al candidato peor cualificado para la asignación de proyecto, según el algoritmo de Random Forest.

Y por último la octava función denominada ImprimirGraficas(), que recibe como argumento el dataset con los datos de entrada y generará seis archivos con las diferentes gráficas para validar los modelos visualmente.

## 4 Resultados

Los resultados para los modelos aplicados, donde cada uno ha sido validado obteniendo un 100% de validación en regresión logística, 70% los algoritmos Random Forest y análisis discriminante y 30% la regresión lineal múltiple. También se comprobó su porcentaje de acierto obteniendo un 99.17% para el análisis discriminante, un 97.65% para la regresión logística, un 97.09% para el Random Forest y un 57.51% para la regresión lineal múltiple. Y en cuanto a la fiabilidad otorgada a cada uno de los modelos, que se decidió que fuese el 40% del porcentaje de acierto y el 60% del porcentaje de validación del modelo, en un primer lugar la regresión logística con un 99.06%, después el análisis discriminante con un 81.67%, a continuación, Random Forest con un 80.84% y por ultimo la regresión lineal múltiple con un 41.01%.

Y en cuanto a los resultados de clasificación de personal obtenida se obtuvo como mejor clasificación obtenida, la realizada mediante regresión logística. Hay que destacar que tanto la regresión logística, como análisis discriminante y Random Forest, obtuvieron una clasificación muy similar, algo que no ocurrió con regresión lineal múltiple. Al igual hay que destacar que Random Forest y análisis discriminante, tuvieron una clasificación idéntica, algo que podría asociarse al porcentaje de fiabilidad tan similar.

## 5 Conclusiones y futuras líneas de investigación

Como conclusiones de la aplicación realizada podemos obtener varias y según la parte que analicemos. Se comienza por las conclusiones sobre los modelos aplicados:

Por parte de los modelos aplicados como conclusión obtenemos que el mejor modelo para esta base de datos y que puede realizar unas predicciones bastante fiables el modelo de regresión Logística. También sería destacable como conclusión el mal funcionamiento de la regresión lineal múltiple, obteniendo con mucha diferencia como se ha visto en la evaluación del método unos resultados muy alejados de los otros modelos.

En cuanto a las conclusiones sobre las predicciones realizadas sobre los responsables y sobre el ranking de responsables para realizar la gestión del nuevo proyecto software, se puede observar como los algoritmos que tienen niveles

próximos de fiabilidad, los resultados del ranking son próximos, en cambio por ejemplo con el modelo de regresión lineal múltiple se puede observar como sale una line totalmente distinta.

Hay que destacar que los modelos que tiene una fiabilidad elevada; Logística, Análisis discriminante y Random Forest tienen una similitud muy grande en la clasificación que han realizado de la predicción. En cambio, el modelo de regresión lineal múltiple no se parece en nada su clasificación al resto.

También otro punto a destacar que tanto Random Forest como análisis discriminante dan una clasificación igual, esto sería objeto de estudio ya que da la coincidencia que los porcentajes de fiabilidad son casi idénticos y además la validación también. Y el porcentaje de acierto es muy similar.

Como conclusión de la clasificación es que el proyecto se le debería asignar a Samuel.

En cuanto a las futuras líneas de investigación, se pueden observar varias; la implementación de otros modelos para ampliar la gama de algoritmos predictivos, utilizar un mayor numero de datasets, incluso de diferentes entornos, empresa, educación, etc. Otra línea de investigación podría ser el refinamiento de modelos para detectar posibles outliers. Y para terminar podría ser interesante incorporar esta aplicación a alguna de las metodologías agiles, o bien para que se seleccione el responsable más adecuado o bajar un nivel y realizarla para seleccionar el programador más adecuado para realizar cierta tarea. Se podría incorporar claramente a muchas de las metodologías agiles que se han mostrado en esta memoria, como Scrum, Kanban, etc.

## Referencias


1. Rocha Garrido, G. (2019) ¿Eres un programador extremo? Introducción a eXtreme Programming https://profile.es/blog/programador-extremo-extreme-programming/ (Consultado el 22 de mayo de 2019)
2. Gonzalves, L. (2019) Qué es la metodología Scrum, todo lo que necesitas. https://luis-goncalves.com/es/que-es-la-metodologia-scrum/ (Consultado el 22 de mayo de 2019)
3. Desarrollo Web. Kanban.(2019). https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/que-es-kanban/ (Consultado el 23 de junio de 2019)
4. Martín, M.J. (2018) ¿Qué es DevOps? Aclarando el significado. https://profile.es/blog/que-es-devops-harder-better-faster-stronger/ (Consultado el 24 de mayo de 2019)
5. Redacción APD (2019). ¿Qué es Machine Learning y cómo funciona? https://www.apd.es/que-es-machine-learning/ (Consultado el 2 de junio de 2019)
6. Sistemeduca. (2019) Etapas del KDD. https://sistemeduca.com/sistemas-kdd/etapas-del-kdd/ (Consultado el 2 de junio de 2019)
7. Criado, J.M. Tecnicas descriptivas. Análisis de clusters (Clustering) (2019). http://analisisdedatos.net/mineria/tecnicas/clustering/intro.php (Consultado el 4 de junio de 2019)
8. Alcalde, A. (2018) Aprendizaje no Supervisado y Detección de Anomalías: Reglas de Asociación. https://elbauldelprogramador.com/aprendizaje-nosupervisado-reglas/ (Consultado el 5 de junio de 2019)

9. Molina, J.M; García, J. (2011) Curso de extracción del conocimiento: Capítulo 3. Técnicas de Minería de Datos basadas en Aprendizaje automático https://santiagozapatakdd.files.wordpress.com/2011/03/curso-kdd-full-cap-3.pdf (Consultado el 11 de junio 2019)
10. Gonzalez, L. (2019) Árboles de Decisión Regresión – Teoría. http://ligdigonzalez.com/arboles-de-decision-regresion-teoria-machine-learning/ (Consultado el 15 de junio de 2019)
11. Medina, J.A.; Pérez, R., (2018). Clasificación y evaluación de Algoritmos predictivos sobre bases de datos Healt. Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas y Accesibilidad. *Atica 2018*, 229-236.
12. Rodriguez, D. (2019) Random Forest. https://www.analyticslane.com/2019/05/20/random-forest/ (Consultado el 27 de junio de 2019)

# AngioDat 3.0. Sistema de Gestión de Datos para la Unidad de Cardiología Intervencionista

Beyda González Camacho[1], Francisco L. Moreno-Martínez[1], José A. Medina Merodio[2]

[1] Cardiocentro "Ernesto Che Guevara". Calle Capitán Velasco 610.
Santa Clara 50200. Villa Clara, Cuba
[2] Escuela Politécnica Superior, Universidad de Alcalá.
Alcalá de Henares, Madrid, España.
beydagc@gmail.com

**Resumen.** Los sistemas de gestión hospitalaria son muy importantes para la calidad de la atención sanitaria. Para facilitar y organizar el trabajo de la Unidad de Cardiología Intervencionista, se desarrolló un sistema web para gestionar los datos de los pacientes y los procedimientos que se les realizan. Además, se implementó un servicio web para insertar los datos desde los Hospitales provinciales y optimizar el trabajo de la Unidad. Se estudiaron y analizaron los requisitos del sistema, se modeló usando diagramas de estructura y comportamiento. Posteriormente se validó el software realizando una encuesta de diez preguntas a los especialistas con resultados satisfactorios.

**Palabras Clave:** Sistema de Gestión de Información Médica, Enfermedades Cardiovasculares, Coronariografía, Angioplastia, Cardiología Intervencionista

## 1. Introducción

La cardiopatía isquémica es la primera causa de muerte en Cuba, Europa y Estados Unidos. Se produce por obstrucción de las arterias coronarias y una de sus principales estrategias terapéuticas es la angioplastia, también conocida como intervención coronaria percutánea, que no es más que la reapertura de las arterias obstruidas mediante el uso de catéteres y prótesis endovasculares (*stents*).

El Hospital Cardiocentro "Ernesto Che Guevara", en lo adelante Cardiocentro, es un centro médico de referencia, de ámbito regional, que atiende a pacientes afectados de enfermedades cardiovasculares procedentes de seis provincias de Cuba. Estos pacientes inicialmente son atendidos en su Hospital provincial y luego, dependiendo de las características y gravedad de su enfermedad, son remitidos al Cardiocentro.

Allí, por parte de la Unidad de Cardiología Intervencionista se les realiza un procedimiento, la coronariografía, para valorar si el paciente necesita cirugía cardiovascular o si se le puede realizar una angioplastia y con eso solucionar su problema de salud.

En las Guías Administrativas y de Calidad de los Servicios de Salud, y en las de Práctica Clínica, está estipulado que exista una Unidad de Hemodinámica por cada

300 000 habitantes y el Cardiocentro atiende a una población de 3,2 millones de habitantes por lo que realiza el trabajo que debían realizar 10 Unidades. Esto hace que se atiendan un gran volumen de pacientes al día, que la lista de espera sea muy larga y que las jornadas de trabajo se prolonguen; por lo que cualquier estrategia que permita agilizar y ahorrar tiempo implica un gran beneficio.

Si los datos de los pacientes se insertaran en el sistema directamente desde los Hospitales provinciales, se ahorraría tiempo en el ingreso y además se garantizarían la fiabilidad e integridad de los datos.

Inicialmente la gestión de los pacientes se realizaba con un programa desarrollado en Microsoft Office Access. Luego se desarrollaron dos versiones del sistema AngioDat, pero no cumplieron con las expectativas de los usuarios en cuanto a interfaz y a los datos que almacenaba, por lo que rechazaron su uso. Por lo que existía la necesidad de un software que automatizara el trabajo en el Unidad de Cardiología Intervencionista, que gestionara los datos de los pacientes a los que se le realizan procedimientos intervencionistas y permitiera ingresar al sistema sus datos previos al procedimiento (personales, antecedentes, examen físico, análisis complementarios) desde sus Hospitales Provinciales para agilizar el trabajo en la Unidad.

El objetivo de este proyecto es desarrollar un sistema de gestión de datos de pacientes para la Unidad de Cardiología Intervencionista y construir un servicio web, para que los datos de los pacientes sean introducidos directamente desde sus Hospitales provinciales.

## 2. Método

Se realizó un trabajo de desarrollo de software entre Diciembre de 2017 y Junio de 2019 para crear un sistema de gestión de datos para la Unidad de Cardiología Intervencionista del Cardiocentro (Cuba), denominado AngioDat 3.0.

Cómo estrategia de desarrollo se eligió RUP por su desarrollo de software iterativo, centrado en la arquitectura y determinado por los casos de uso[1], Java fue el lenguaje de programación seleccionado para desarrollar el sistema por las ventajas que ofrece, al ser orientado a objetos, el código reutilizable y fácil de mantener [2]. Se decidió desarrollar el servicio web basado en el protocolo SOAP[3], por las características de los datos a enviar mediante el servicio. También se utilizaron en el desarrollo del sistema los lenguajes de marcado HTML5 [4] y CSS3[5]. El Sistema Gestor de Base de Datos utilizado fue PostgreSQL[6] y como Servidor de Aplicaciones se utilizó Payara Server[7].

Como parte del modelado del negocio se estudiaron y analizaron los requisitos funcionales y no funcionales del sistema. Se realizaron diagramas de comportamiento y de estructura. Se diseñó el diagrama Entidad/Relación de la Bases de Datos. Además, se realizó el diseño gráfico del sistema, creando una interfaz sencilla con iconos intuitivos, con una barra de navegación que permita al usuario volver siempre a la página principal desde cualquier lugar del sitio en el que se encuentre. Posteriormente se desarrolló un sistema web para gestionar los datos de los pacientes a los que se les realizan procedimientos diagnósticos y terapéuticos en la Unidad de Cardiología Intervencionista, incluyendo un servicio web que permita que los datos de los pacientes puedan ser ingresados en la Base de Datos del AngioDat 3.0 desde

sus hospitales de procedencia, el servicio web además, brinda métodos de búsqueda para que los médicos de los Hospitales Provinciales puedan consultar el resultado y los datos de los procedimientos realizados a su paciente.

## 3. Resultados

Se desarrolló el software AngioDat 3.0 para apoyar el trabajo de la Unidad de Cardiología Intervencionista: gestionar los datos de los pacientes a los que se le realiza un procedimiento intervencionista (coronariografías y angioplastias).

El AngioDat 3.0 permite al usuario: a) Registrar los datos de un nuevo paciente, b) Registrar los datos del reingreso de un paciente existente en el sistema, c) Editar los datos almacenados de un paciente en particular, d) Insertar los datos referentes a la realización de la coronariografía a un paciente, e) Editar los datos de una coronariografía ya almacenada en el sistema, f) Almacenar los datos de las angioplastias realizadas en el quirófano de cardiología intervencionista, g) Editar los datos de una angioplastia guardada en el sistema, h) Generar un informe final con los datos de los procedimientos realizados al paciente, i) Realizar búsquedas de datos en el sistema, j) Crear nuevos usuarios, k) Modificar los datos referentes a los usuarios.

El sistema tiene dos Actores, el médico que realiza las funciones los incisos a) al i) y el Administrador que ejecutaría las funciones j) y k). La Figura 1 detalla los casos de uso del Actor: Médico.

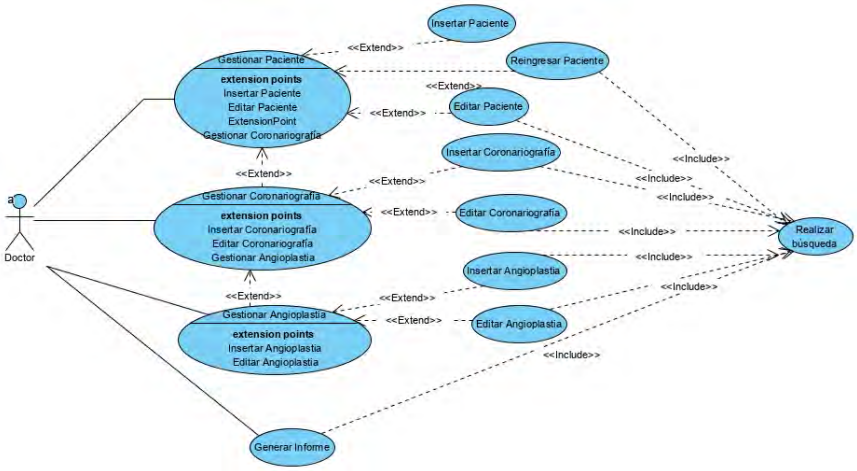



**Figura 1.** Casos de uso del Actor: Médico.

Como parte del sistema, se desarrolló un servicio web con el objetivo de que desde los Hospitales Provinciales se introduzcan los datos de los pacientes al sistema. Es decir, una vez que el médico del Hospital Provincial decida derivar un paciente al Cardiocentro para que se le realice una coronariografía, los datos de ese paciente se inserten en la Base de Datos del Sistema AngioDat. Como cada Hospital tiene su propio Sistema Informático, mediante el servicio web, pueden ingresar los datos del

paciente. Además de crear paciente, el servicio web brinda otras funciones de búsqueda útiles para los médicos de los Hospitales Provinciales.

**Base de Datos**

La Base de Datos está formada por 19 tablas, la principal es la tabla Pacientes, donde se almacenan los datos generales del paciente como carné de identidad(ci), nombre, procedencia, talla, peso, fecha de ingreso(fecha) y número de historia clínica. Esta tabla tiene una llave primaria compuesta, la forman los campos "ci" y "fecha"; se tomó esta decisión porque los pacientes pueden volver al hospital más adelante a realizarse un nuevo procedimiento porque se le haya agravado su enfermedad, por lo que con "ci" que es lo que identifica al paciente, no era suficiente, en cambio la fecha de ingreso ayuda a distinguir un ingreso de otro, por lo que podemos tener en la tabla al mismo paciente varias veces, pero siempre con una fecha de ingreso diferente. Pues de un ingreso a otro pueden cambiar los datos de la analítica complementaria, del examen físico del paciente, de los estudios no invasivos, entre otros aspectos. Del resto de tablas, angina_estable, antecedentes_patologicos, complementarios, enf_valvulares, estudios_no_invasivos_eco, estudios_no_invasivos_electro, estudios_no_invasivos_ergometría, examen_físico, otros_ac, sca_scacest, sca_scasest_ai, sca_scasest_ima y coronariografías, tienen una relación de cardinalidad 1:1 con la tabla pacientes, pues por cada ingreso el paciente tendrá asociados sólo un valor de cada uno de los campos de cada tabla. En el caso de la coronariografía, es un estudio diagnóstico que se le realiza sólo una vez al paciente, cada vez que este ingrese porque se sospeche que padece una enfermedad cardíaca, para determinar si su problema se soluciona realizándole una angioplastia o si hay que derivarlo a la Unidad de Cirugía Cardiaca para realizarle una intervención quirúrgica.

**Interfaz del Sistema**

Para el diseño del sistema se optó por una interfaz sencilla, con el color azul predominante, en varias tonalidades. El azul es un color que se recomienda para el diseño en el tema de la medicina. Tiene un encabezado con el trazo de un electrocardiograma y el nombre del sistema: AngioDat. Cuenta además con una barra de menú que está presente en todas las páginas del sitio, con cuatro opciones: Inicio, Buscar, Ayuda y Salir. Con la opción Inicio siempre se puede volver a la Interfaz Principal del usuario sin importar en qué parte del sitio se encuentre el usuario. La opción de búsqueda está pensada para investigadores, para que se realicen búsquedas avanzadas con varios parámetros y se puedan mostrar los resultados en forma de gráfico para su mejor comprensión. En Ayuda se podrá acceder al Manual de Usuario del sistema, al Mapa del Sitio y a los datos de contacto del administrador de la página. Por último, la opción Salir cerrará la sesión de usuario, volviendo a la página de autentificación del sistema. También cuenta con un pie de página en el que se muestran enlaces de interés para los usuarios, tanto sitios externos como páginas del propio sistema como la de Ayuda o el Mapa del Sitio.

Las operaciones principales se muestran con iconos de figuras intuitivas y los textos de los formularios son claros y comprensibles por los usuarios que van a utilizar la aplicación, los médicos que usarán el sistema son Especialistas en

Cardiología Intervencionista, por lo que el vocabulario de la aplicación está enfocado en ellos. En las figuras 2, 3 y 4 se muestra la interfaz gráfica del sistema.

**Figura 2.** Interfaz gráfica del sistema. Página de autentificación.

**Figura 3.** Interfaz principal del sistema para el Actor: Médico.

**Figura 4.** Interfaz de la operación Insertar Paciente (Los datos no pertenecen a pacientes reales).

## Validación del sistema

Para validar el sistema en le práctica, pasado un mes de su instalación en la Unidad de Hemodinámica del Cardiocentro, se realizó una prueba de aceptación, para ello se diseñó una encuesta con diez preguntas que se le aplicó al 88,3% del total de médicos que utilizan el software. La muestra se compone de médicos de la Unidad de Hemodinámica del Cardiocentro y profesionales afines a este Servicio Médico.
En la figura 5 y en la tabla, se muestran algunos de los resultados obtenidos.

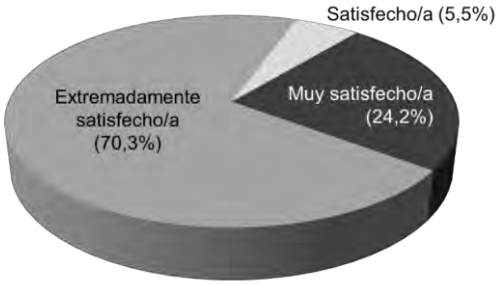



**Figura 5.** Nivel de satisfacción de los usuarios respecto a la incorporación del software.

Los resultados de la encuesta demostraron la aceptación que ha tenido el software entre los profesionales y directivos a los que va dirigido. El 98,9% de los encuestados está satisfecho con la apariencia de la aplicación y el 100% con la facilidad de uso, la Seguridad y la Confiabilidad de la aplicación. Todos están de acuerdo en que es poco o nada probable que el sistema les entorpezca su trabajo diario y en que es probable que les agilice el proceso de atención médica. El 100% afirma que es muy probable o extremadamente probable que revise los resultados de los procedimientos de los pacientes online, sin esperar el informe escrito y también coinciden en que lo recomendarían a otra institución de salud.

**Tabla.** Nivel de satisfacción de los usuarios respecto a algunas características del software.

| Características del software | Nivel de satisfacción | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ni satisfecho/a, ni insatisfecho/a | | Satisfecho/a | | Muy satisfecho/a | | Extremadamente satisfecho/a | |
| | Nº | % | Nº | % | Nº | % | Nº | % |
| Apariencia | 1 | 1,1 | 3 | 3,3 | 26 | 28,6 | 61 | 67,0 |
| Facilidad de uso | 0 | 0,0 | 4 | 4,4 | 13 | 14,3 | 74 | 81,3 |
| Ingreso de datos | 1 | 1,1 | 7 | 7,7 | 19 | 20,9 | 64 | 70,3 |
| Seguridad | 0 | 0,0 | 1 | 1,1 | 9 | 9,9 | 81 | 89,0 |
| Confiabilidad | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 6 | 6,6 | 85 | 93,4 |

## 4. Discusión

Los sistemas de gestión de información son muy importantes para la calidad y eficiencia del trabajo en el sector de la medicina. Para el desarrollo de este software se utilizó RUP, que es actualmente la metodología estándar más utilizada para el análisis, diseño, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos. Java fue el lenguaje de programación seleccionado para desarrollar el sistema por las ventajas que ofrece, código reutilizable, fácil de mantener, entre otras. Por las características de los datos a enviar mediante el servicio web, se decidió desarrollarlo basado en el protocolo SOAP. También se utilizaron en el desarrollo del sistema los lenguajes de marcado HTML5 y CSS3. El Sistema Gestor de Base de Datos utilizado fue PostgreSQL y como Servidor de Aplicaciones se utilizó Payara Server.

Para el modelado del negocio se estudiaron y analizaron los requisitos funcionales y no funcionales del sistema. Se realizaron diagramas de comportamiento: Diagramas de Casos de Uso, Diagramas de Secuencia; y diagramas de estructura: Diagramas de Clases, de Despliegue, de Componentes, de Paquetes. Se diseñó el diagrama Entidad/Relación de la Bases de Datos. Además, se realizó el diseño gráfico del sistema, creando una interfaz sencilla con iconos intuitivos, con una barra de navegación que permita al usuario volver siempre a la página principal desde cualquier lugar del sitio en el que se encuentre. Posteriormente se desarrolló un sistema web para gestionar los datos de los pacientes a los que se les realizan procedimientos diagnósticos y terapéuticos en la Unidad de Cardiología Intervencionista, incluyendo un servicio web que permita que los datos de los pacientes puedan ser ingresados en la Base de Datos del AngioDat 3.0 desde sus hospitales de procedencia, el servicio web además, brinda métodos de búsqueda para que los médicos de los Hospitales Provinciales puedan consultar el resultado y los datos de los procedimientos realizados a su paciente.

Para validar el software en la práctica médica se diseñó una encuesta compuesta por diez preguntas sobre diferentes características de la aplicación, apariencia, facilidad de uso, entre otras. Las preguntas se puntuaban del uno al siete, correspondiendo el uno a Nada satisfecho/Nada probable y el siete a Extremadamente Satisfecho/ Extremadamente probable. Esta encuesta se aplicó a todos los médicos de

la Unidad de Hemodinámica del Cardiocentro y a profesionales afines a este Servicio Médico de todas las provincias de la región central de Cuba, y los resultados fueron muy satisfactorios. Todos coinciden en que el sistema les facilita y agiliza su trabajo diario. Opinan que es fácil de usar y que es muy probable que consulten los resultados de los procedimientos en línea, en el sistema, sin esperar al informe impreso.

Médicos y directivos coinciden en la utilidad que les ha brindado la implantación de este software, mucho más cuando facilita y agiliza su labor, pues el Cardiocentro atiende a una población de 3,2 millones de habitantes lo que representa un gran volumen de trabajo, con largas listas de espera y jornadas laborales prolongadas; pues –desde el punto de vista administrativo– está estipulado que exista una Unidad de Hemodinámica por cada 300 000 habitantes, de lo que se infiere que este hospital realiza el trabajo que debían realizar diez. Este sistema permite agilizar el trabajo y ahorrar tiempo por lo que implica un gran beneficio.

## 5. Conclusiones y futuros trabajos

Se desarrolló e implementó el sistema de gestión de datos de pacientes AngioDat 3.0, que logra agilizar el trabajo de los profesionales del Servicio de Cardiología Intervencionista, contribuye a aumentar la calidad de la atención médica y permite la interrogación a la base de datos para desarrollar futuras investigaciones.

Como trabajo futuro se propone añadir al servicio web un módulo de aprendizaje automático, desarrollado anteriormente por la autora, que apoye la toma de decisiones del médico sobre la necesidad de realizar o no una coronariografía a un paciente con síntomas y signos de enfermedad cardiovascular.

## 6. References

1. Per, K.; Phillipe K. (2003). *The rational unified process made easy: a practitioner´s guide to the RUP*. Addison-Wesley. 2003.
2. *¿Qué es Java?*. https://www.java.com/es/about/whatis_java.jsp (Consultado el 9 de septiembre de 2019).
3. Ethan C. (2002). *Web Services Essentials: Distributed Applications with XML-RPC, SOAP, UDDI & WSDL*. O'Reilly. 2002.
4. Documentación web de MDN. *HTML5*. https://developer.mozilla.org/es/docs/HTML/HTML5. (Consultado el 30 de agosto de 2019).
5. Documentación web de MDN. *CSS*. https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/CSS. (Consultado el 30 de agosto de 2019).
6. Amazon Web Services, Inc. *Amazon RDS for PostgreSQL*. https://aws.amazon.com/es/rds/postgresql/ (Consultado el 29 de agosto de 2019).
7. Payara Serv. Ltd. *Payara Services Ltd*. https://www.payara.fish/ (Consultado el 30 de agosto de 2019).

# Sistema de soporte al desarrollo de la motricidad fina en niños con y sin discapacidad a través de lógica difusa y juegos serios

A. León-Pesántez[1], A. Pérez-Muñóz[2], L. Cordero-Cobos[3], V. Robles-Bykbaev[2], and L. Serpa-Andrade[2]

[1] Escuela de Educación Especial, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador
[2] GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador
[3] Escuela de Psicología Clínica, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador
aleon@uazuay.edu.ec, aperezm@ups.edu.ec, lcordero@uazuay.edu.ec, {vrobles, lserpa}@ups.edu.ec

**Resumen** Para que los niños puedan lograr una apropiada transición a la escuela, deben desarrollar un conjunto de habilidades que hoy en día están perfectamente establecidas. Estas habilidades guardan una estrecha relación con la coordinación viso-motora, la función ejecutiva y las habilidades viso-espaciales. En esta línea, es fundamental considerar que la motricidad fina es un elemento indispensable para el desarrollo integral del niño y por ello debe estimularse desde las edades iniciales mediante programas y recursos educativos que contemplen actividades innovadoras capaces de despertar el interés y motivación por el aprendizaje. Es por ello que en este artículo se describe una propuesta para desarrollar estas destrezas a través de actividades lúdicas (juegos serios) y sistemas expertos basados en razonamiento incierto. Con esto, el niño que presenta dificultades motoras puede desarrollar sus destrezas mientras juega y el sistema experto configurará de forma automática características de jugabilidad como sensibilidad, número de elementos a aparecer en pantalla, tiempo de reacción, entre otras varias.

**Palabras clave:** Motricidad fina · Niños con Discapacidad · Lógica Difusa · Juegos Serios.

## 1. Introducción

El desarrollo motor es fundamental para la formación integral del niño, junto a este, se adquieren las funciones intelectuales (pensamiento, lenguaje, memoria, atención) y las afectivas; por ello su estimulación desde las edades iniciales es primordial. En [6] se define a la motricidad como :

> *La expresión total del ser humano en su existencia consciente, no es sólo en el juego, en el deporte o en otras actividades de tiempo libre en las que el niño pone de manifiesto su motricidad. En cada momento,*

*en cada acción que realiza de forma consciente e intencional, está manifestando su corporeidad y motricidad. La motricidad se divide en dos grandes grupos: motricidad gruesa que implica aquellos movimientos que los niños pueden realizar con sus miembros superiores e inferiores (correr, saltar, caminar, mover los brazos) y la motricidad fina que abarca los movimientos realizados con las manos y los dedos (recortar, dibujar, abotonar, utilizar cubiertos, etcétera).*

En esta investigación se hará énfasis en la motricidad fina, definida como la "capacidad de usar la mano y dedos de manera precisa, de acuerdo con la exigencia de la actividad. También se refiere a la habilidad para manipular objetos" [7].

Coriat indica que el funcionamiento de la mano se produce en una sucesión de progresos importantes en donde se integran varias funciones y se adquiere diversos logros que, al ejercitarse, se enriquecen recíprocamente y son la base para la adquisición de habilidades nuevas como dibujar, utilizar las tijeras, copiar figuras geométricas y letras, abrocharse los botones, hacer objetos con plastilina, entre otras actividades manuales. Este autor sostiene la importancia de una correcta sinergia óculo-manual, suficiente atracción en el estímulo, adecuado nivel de atención e interés del niño para manipular los objetos, aspectos que propiciarán el desarrollo de la motricidad fina [3].

Respecto a las dificultades motoras, caracterizadas por algún déficit en el desarrollo de las habilidades motrices gruesas o finas, el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-5) señala dentro de los trastornos motores: al trastorno del desarrollo de la coordinación, trastorno de movimientos estereotipados y a los trastornos de tics como los más frecuentes en la población infantil [1].

Por su parte, la CIE 10 menciona al Trastorno específico del desarrollo de la función motriz, y explica que "consiste en un serio deterioro del desarrollo de la coordinación motriz, que no es exclusivamente explicable en términos de un retraso intelectual generalizado, ni de ningún trastorno neurológico específico congénito ni adquirido" [5]. Se caracteriza por la torpeza de movimientos y cierto grado de déficit en la resolución de tareas cognoscitivas viso-espaciales. Sobre la prevalencia de las dificultades motoras finas [2] a partir de la aplicación del Inventario del Desarrollo Battelle, evaluó las distintas áreas del desarrollo en una muestra de 223 niños de 4 a 7 años de la ciudad de Barranquilla". Los hallazgos señalan que en la subárea de motricidad fina, que evalúa el desarrollo del control y coordinación muscular del niño, especialmente de la musculatura fina de brazos y manos, que permite ejecutar tareas más complejas, el 66.8 % de niños presentó un puntaje acorde con lo establecido dentro del rango de edad, el 30 % presentó un desarrollo menor de lo esperado, y sólo el 3,1 % superó el grado de desarrollo típico. De igual manera, en la subárea de motricidad perceptiva que evalúa aspectos del desarrollo motor fino relacionados con la capacidad para integrar la coordinación muscular y las habilidades perceptivas en actividades concretas, encontró que el 59,2 % presentó un puntaje acorde con

el rango adecuado para su edad; el 22 % superó el grado de desarrollo esperado y el 18.8 % de la muestra presentó un desarrollo inferior al promedio.

Por su parte en [4] se realizó un estudio descriptivo de corte transversal con el objetivo de evaluar la motricidad fina de 18 niños de 5 años de edad con diagnóstico de déficit de atención con hiperactividad, sin comorbilidades neurológicas y niveles de inteligencia normal promedio. Los resultados determinaron que todos los niños presentaban retardo en el desarrollo motor fino, siendo las habilidades de coordinación visual- motora y destreza manual las que se presentaron una gravedad que oscilaba entre moderada y severa. La adquisición adecuada de la motricidad fina es un prerrequisito indispensable para el proceso de escritura, por ello es importante identificar tempranamente dificultades relacionadas con esta área y dotar al niño de actividades variadas que permitan su desarrollo. Estas actividades pueden ser realizadas según [7] a través del uso de pantallas tecnológicas que favorecen la motricidad perceptiva ya que permiten al niño asociar formas, colores, la posición en el espacio. En relación a la motricidad fina, las pantallas táctiles y sus diferentes actividades ayudan al movimiento de los dedos, al apuntar con el dedo índice o con otro dedo; otros programas o juegos ayudan al uso de la pinza (pulgar/índice) al arrastrar dos imágenes simultáneamente para juntarlas, estimula la coordinación ojo/mano al realizar recorridos para dibujar. En síntesis, "el uso de las tecnologías puede ayudar a desarrollar la prensión del lápiz, la extensión de la muñeca, la coordinación de los ojos con las manos y la percepción visual" [7].

## 2. Descripción de la propuesta

A fin de brindar soporte en el proceso de desarrollo de la motricidad fina de niños y niñas con discapacidad, nuestro sistema se organiza en 3 grandes capas y varios módulos que se describen seguidamente (Figura 1).

### 2.1. Capa de interfaz de usuario.

En la capa de interfaz de usuario se realiza la interacción con la aplicación. El terapeuta o docente podrá iniciar una sesión de trabajo con el niño al cual se le presentará la interfaz del juego serio. Esta interfaz contempla especificaciones de expertos en el área para que sea lo mas atractiva para le niño presentando refuerzos positivos tanto visuales o auditivos según realice la dinámica del juego seleccionado. Los juegos desarrollados para mejorar las habilidades tanto motrices como cognitivas son:

*Juego golpea los topos:* El juego está ambientado en un bosque en el cual salen topos de agujeros, los topos salen por tiempo limitado, el jugadores los debe golpear, se presentan efectos visuales y auditivos. Se establecen niveles de complejidad de acuerdo al número de agujeros, velocidad, tiempo en superficie y tiempo de juego (Figura 2). Las principales características del juego se detallan a continuación:

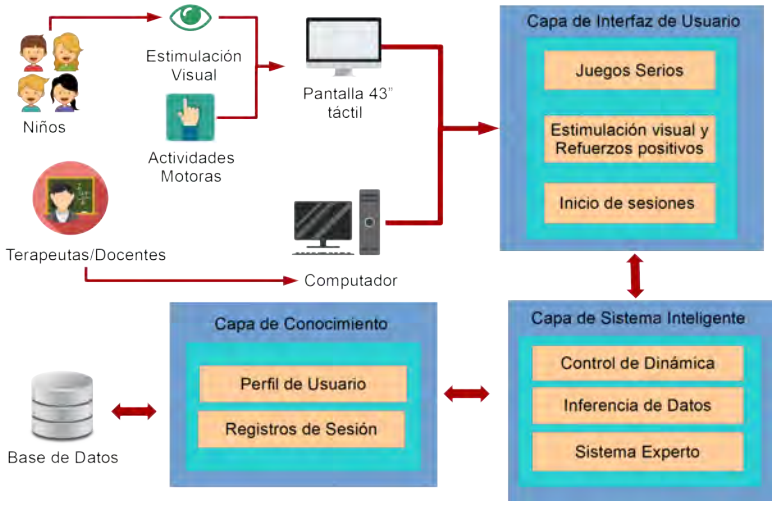



**Figura 1.** Principales capas y módulos que conforman el sistema de soporte al desarrollo de la motricidad.

- *Modo de juego:* el usuario realiza toques con su dedo en pantalla sobre cada topo que sale del agujero, lo más rápido posible.
- *Objetivo:* fortalecer la atención visual, desarrollar destrezas de precisión, velocidad y control de movimientos.
- *Habilidades adquiridas:* este juego fortalece la atención y desarrolla actividades de motricidad fina relacionadas con movimientos de precisión, reacciones rápidas y orientación espacial.

**Figura 2.** Captura de pantalla del juego "Golpea Topos" (imagen izquierda) y sistema de interacción que emplea el niño (imagen derecha).

*Juego pinta letras:* En una pantalla se presentan vocales que el jugador deberá pintar siguiendo los puntos especificados, presentan efectos visuales y auditivos al

llegar a un punto y al terminar; el juego posee configuraciones adaptables según la capacidad motriz del usuario, cambia la complejidad de: tamaño de vocal, cantidad de vocales, tiempo requerido, color de pintado, animación de ayuda (Figura 3). Las principales características del juego se detallan a continuación:

- *Modo de juego:* el usuario realiza toques y sigue contornos de letras o signos con su dedo en pantalla.
- *Objetivo:* mejorar los movimientos de precisión, desarrollar destrezas de motricidad perceptiva, reforzar orientación espacial, reconocer y reforzar el aprendizaje de signos y letras.
- *Habilidades adquiridas:* movimientos de precisión, orientación espacial, reconocimiento y aprendizaje de letras y signos, control de movimientos. Los juegos serios refuerzan las conductas correctas a través de efectos visuales y auditivos, además motivan a continuar el perfeccionamiento de la destreza, en este caso de motricidad fina, a través del establecimiento de niveles a superar.

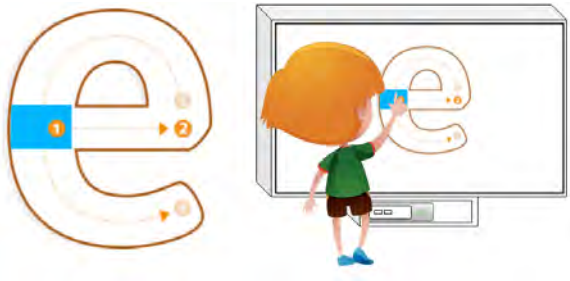


**Figura 3.** Captura de pantalla del juego "Pinta letras" (imagen izquierda) y sistema de interacción que emplea el niño (imagen derecha).

## 2.2. Capa de Sistema Inteligente

*Control de dinámica:* caja juego cuenta con una dinámica diferente, la cual será controlada en la capa de sistema inteligente, es decir se controla y valida que el niño toque con su dedo al topo en pantalla o que realice el trazo para pintar la letra.

*Inferencia de datos:* al final de la interacción se infieren los datos obtenidos en el juego para mostrar información relevante para el terapeuta o docente.

*Sistema experto:* se emplea un sistema de lógica difusa para realizar las configuraciones que tendrán los juegos según el perfil del niño. A continuación se describe la configuración para juego.

*Juego "golpea los topos":*

- Número de agujeros: Se determinará cuantos agujeros estarán en el nivel (3-10)
- Velocidad de salida: Se configurará el tiempo que dura un topo en salir uno tras del otro, actual mente es progresivo y podrán salir 2 casi al mismo tiempo.
- Tiempo en superficie: Se configurará el tiempo que se mantendrán los topos en la superficie esperando a ser golpeados, actualmente un segundo.
- Tiempo en Juego: Se especificará el tiempo de juego que tendrá el usuario, actualmente es 30 segundos.
- Cantidad necesaria: Se especifica la cantidad de topos atrapados para considerar éxito la actividad.

*Juego "pinta letras":*

- Tamaño de vocal: Se determinará el tamaño que tendrá la letra en pantalla.
- Cantidad de vocales: Se configurará la cantidad de vocales que deberá pintar a su vez si se pintara también en mayúsculas.
- Tiempo requerido: Se configurará el tiempo requerido en pintar la vocal, en caso de no pintar en el tiempo, el usuario vera un mensaje y un audio especificando que lo intente nuevamente.
- Tolerancia a trazo: Se determinará la tolerancia que se tendrá al salir del margen de la letra.

Mediante el modelamiento del conocimiento de expertos en el área se pudo obtener las configuraciones óptimas que deberá tener el juego según la capacidad motriz de cada niño. Considerando que con dispraxia o trastorno motor severo no se podrá realizar la actividad. Para ello, como se aprecia en la Tabla 1 el sistema experto basado en lógica difusa maneja como variables de entrada (antecedentes) la *Habilidad motriz* y la *Condición de salud*, mientras que la variable de salida (consecuente) es *Nivel de dificultad del juego*.

**Cuadro 1.** Cuadro que ilustra la relación entre los 2 antecedentes (Habilidad motriz y Trastorno) y el consecuente (Nivel de dificultad del juego).

| | | **Habilidad motriz** | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Superior** | **Normal** | **Alteración** | **Dispraxia** |
| **Trastorno** | **Leve** | Difícil | Normal | Fácil | Muy fácil |
| | **Moderado** | Normal | Fácil | Muy fácil | Muy fácil |
| | **Severo** | Muy fácil | Muy Fácil | Muy fácil | Muy fácil |

Como se observa en la Figura 4, el sistema experto al recibir una entrada de habilidad motriz "Normal" y condición de salud "Moderado" (trastorno), establece un nivel de jugabilidad adecuado para el niño. Asimismo, se aprecia que se emplean funciones Gaussianas para determinar la cantidad de topos y

el método usado para defusificar la salida es el del Centro de Gravedad (CoG). Este detalle puede observarse en la Ec. 1, donde $a$ y $b$ son los límites, $c$ es la media de la función Gaussiana y $\sigma$ la desviación estándar empleada.

$$CoG = \frac{\int_a^b x \cdot \exp(-\frac{1}{2}(\frac{x-c}{\sigma})^2)dx}{\int_a^b \exp(-\frac{1}{2}(\frac{x-c}{\sigma})^2)dx} \tag{1}$$

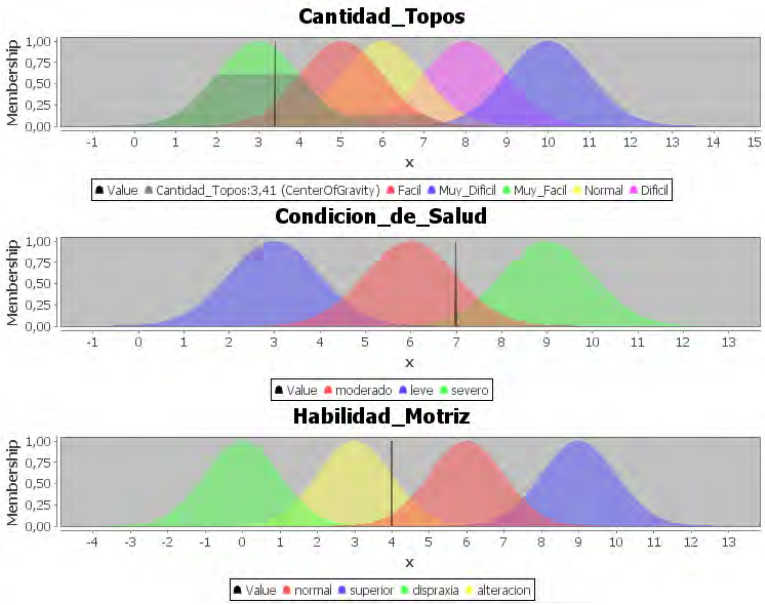



**Figura 4.** Ejemplo del cálculo de número de topos que deben presentarse al niño en función de su condición de salud y habilidad motriz.

Como se aprecia en la Figura 4, el sistema calcula automáticamente que de acuerdo al perfil del niño que se ha ingresado, el juego deberá mostrar 3,5 topos. De igual forma, el sistema permite configurar otras variables de salida como: velocidad de aparición, sensibilidad y tiempo que los topos permanecen en pantalla.

## 3. Conclusiones

En los niños de edad pre-escolar el movimiento es uno de los principales medios de aprendizaje que contribuyen a su desarrollo intelectual, afectivo, personal y social. Tanto los movimientos motores gruesos como finos son indispensables para el desarrollo integral del niño.

Los movimientos motores finos, se adquieren de manera sistemática y paulatina desde el nacimiento y durante toda la vida, su desarrollo permite cumplir con tareas cada vez más complejas y delicadas que integran destrezas de motricidad fina como: coordinación óculo-manual, coordinación y control de movimientos, modulación de la fuerza, precisión, disociación de movimientos articulares, etc. Para cumplir con estas tareas, se necesita de una adecuada movilidad de la mano y los dedos.

Al ser la motricidad fina un elemento indispensable para el desarrollo integral del niño, es necesario estimularla desde las edades iniciales mediante programas y recursos educativos que contemplen actividades innovadoras capaces de despertar el interés y motivación por el aprendizaje. Para ello, se propone el uso de recursos tecnológicos interactivos como el **juego serios**, encaminado a desarrollar la adquisición y perfeccionamiento de habilidades de motricidad fina, motricidad perceptiva, orientación espacial, atención, memoria que son las habilidades básicas para el aprendizaje de la escritura.

## Agradecimientos

A la Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y Academia, CEDIA, por el financiamiento brindado a la investigación, desarrollo e innovación, mediante los proyectos CEPRA, en especial al proyecto CEPRA – XIII - 2019; IA Trastornos Motores (*Entorno inteligente interactivo basado en aprendizaje de máquina y sistemas embebidos para el soporte en los procesos de seguimiento y aprendizaje de niños con trastornos motores*).

## Referencias

1. Association, A.P., et al.: Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®). American Psychiatric Pub (2013)
2. Campo Ternera, L.A.: Importancia del desarrollo motor en relación con los procesos evolutivos del lenguaje y la cognición en niños de 3 a 7 años de la ciudad de barranquilla (colombia). Salud Uninorte **26**(1), 65–76 (2010)
3. Coriat, L.F., Roccatagliata, M.G., Goldsteni, A.: Maduración psicomotriz en el primer año del niño. Hemisur (1974)
4. Lorenzo González, G., Díaz Bringas, M., Ramírez Benítez, Y., Cabrera Torres, P.: Motricidad fina en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad. Revista Cubana de Neurología y Neurocirugía **3**(1), 13–17 (2013)
5. OMS: Clasificación internacional de enfermedades, organización mundial de la salud. décima versión cie-10 (2018)
6. Pazos-Couto, J., Trigo, E.: Motricidad humana y gestión municipal. Estudios pedagógicos (Valdivia) **40**(1), 373–387 (2014)
7. Serrano, P., de Luque, C.: Motricidad fina en niños y niñas: Desarrollo, problemas, estrategias de mejora y evaluación, vol. 84. Narcea Ediciones (2019)

# Perfiles de los estudiantes indígenas de la educación media superior en las modalidades escolarizada y no escolarizada en México

Miriam Elideht Argüello Moreno[1] Juan Manuel Ramos Quiroz[2] y Francisco Javier Chávez Maciel[3]

[1]Escuela Superior de Comercio y Administración, Santo Tomás
Instituto Politécnico Nacional (México)
marguellom@ipn.mx

[2]Escuela Superior de Comercio y Administración, Santo Tomás
Instituto Politécnico Nacional (México)
jramosq@ipn.mx

Escuela Superior de Comercio y Administración, Santo Tomás
Instituto Politécnico Nacional (México)
fchavezm@ipn.mx

**Resumen.** El presente trabajo se deriva del proyecto de investigación "Perfiles de los estudiantes indígenas de la educación media superior (EMS) y superior en las modalidades escolarizada y no escolarizada en México.", el cual se lleva a cabo en el Instituto Politécnico Nacional. Su propósito es identificar los perfiles de los estudiantes indígenas en la educación media superior, en las modalidades escolarizada, mixta y no escolarizada. Para lograrlo se realizó una revisión del marco normativo que rige a la EMS y de las políticas educativas de inclusión. Asimismo, se analizó una base de datos que contiene información detallada de este nivel en el ciclo escolar 2016-2017.

**Palabras clave:** Educación Media Superior, indígenas, perfil, inclusión educativa.

## 1. Introducción

El presente documento se deriva de una investigación mayor que actualmente se lleva a cabo en el Instituto Politécnico Nacional (IPN). El objetivo principal es identificar los perfiles de los estudiantes indígenas en la Educación Media Superior (EMS), en las modalidades escolarizada, mixta y no escolarizada, a partir de la revisión del marco regulatorio que la rige, así como las políticas educativas de inclusión y el análisis de las estadísticas presentadas por la Secretaría de Educación Pública (SEP) de 2016-2017. La investigación pretende aportar datos que puedan ser considerados en la planeación de las estrategias dedicadas a la inclusión educativa.

En México, la EMS busca brindar las herramientas y el aprendizaje necesarios para que los jóvenes desarrollen las capacidades que les permitan insertarse en el mercado laboral o continuar con sus estudios en el nivel superior.

La EMS es un mosaico heterogéneo inconexo de servicios en cuanto a características administrativas y curriculares, que se pueden agrupar en tres grandes tipos, a saber: bachillerato general, de carácter propedéutico que prepara a los estudiantes para el ingreso a la educación superior; bachillerato tecnológico, de carácter bivalente que prepara tanto para el ingreso a la educación superior como para el mercado laboral; y el profesional técnico bachiller que enfatiza la preparación para el mercado laboral.

Uno de los cambios más recientes para este nivel educativo heterogéneo ha sido la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS), orientada a conformar un sistema articulado de este nivel, en donde se estableció un marco curricular común centrado en el enfoque de competencias y siete opciones, entre las que se encuentra la modalidad no escolarizada y mixta, sobre todo la que usa las tecnologías de la información y comunicación.

Los antecedentes normativos parten de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la cual indica que "Todo individuo tiene derecho a recibir educación" y menciona que la EMS, junto con la primaria y secundaria, son obligatorias. También, en el inciso c menciona que la educación en general tiene el propósito de fortalecer la igualdad de derechos para todos, evitando los privilegios de razas, de grupos o de sexos (Artículo 3).

La Ley General de Educación dice que la EMS incluye el nivel de bachillerato, los niveles equivalentes a éste y la educación profesional que no requiere bachillerato o sus equivalentes (Artículo 37).

Con referencia a la inclusión, la misma Ley, en su artículo 32, menciona que las autoridades educativas tienen la facultad de optar por las medidas correspondientes para crear las condiciones que garanticen el ejercicio pleno del derecho a la educación de cada individuo, una mayor equidad educativa e iguales oportunidades de acceso a los servicios educativos.

En México, las políticas educativas declaradas a lo largo de varias décadas han destacado los principios de inclusión, entendida inicialmente como asistencialismo y, después como integracionismo a la cultura dominante, y muy escasamente como inclusión que abarca el concepto de atención educativa a la diversidad en un marco de multi e interculturalidad.

Siguiendo con el tema de inclusión, en 2015 la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) presentó la Agenda de Desarrollo 2030, donde se incluyen 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El cuarto objetivo se enfoca en la educación y fue abordado en el Foro Mundial sobre la Educación, que se llevó a cabo en Incheon, el mismo año; donde el tema fundamental fue "Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos" (UNESCO, 2015, p.7).

En la Declaración de Incheon se menciona que la inclusión y la equidad en la educación son la base para transformar a la sociedad, por tanto, es imperativo eliminar todas las formas de exclusión y marginación, así como las disparidades en el acceso al aprendizaje (UNESCO, 2015).

Por otra parte, el Reporte sobre la Discriminación en México 2012 del CONAPRED, alude que los pueblos indígenas y personas con discapacidad se encuentran entre los

grupos sociales que son altamente sensibles a ser objeto de discriminación. Al respecto, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) recomienda trabajar en medidas que garanticen el acceso a la educación de todos los niveles para los miembros de grupos indígenas, abarcando su historia, sus conocimientos, técnicas, valores y aspiraciones.

Es así como surge la importancia de llevar a cabo una caracterización de los estudiantes de EMS, con el fin de desarrollar perfiles que contribuyan en el diseño de las políticas educativas de inclusión.

## 2. Materiales y métodos

El enfoque de la investigación es cuantitativo, aplicando elementos de estadística descriptiva a variables de cobertura, género, tipo de servicio, modalidad y sostenimiento.

Como se mencionó anteriormente, la población objetivo son los estudiantes de EMS de México. Al inicio, se llevó a cabo una revisión de la información referente al marco normativo nacional e internacional en torno al tema de inclusión en la EMS, enfocándolo específicamente a los grupos indígenas, retomando textos de la UNESCO; la OIT; la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; la Ley General de Educación; el Reporte sobre la Discriminación en México 2012; la Ley General de Derechos Lingüísticos de los Pueblos Indígenas; la Ley de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas y los Acuerdos de San Andrés Larráinzar.

Los datos referentes a los estudiantes de EMS se obtuvieron a través del análisis de una extensa base de datos que fue proporcionada por la SEP, la cual contiene información del ciclo escolar 2016-2017. Se encuentran agrupados por categorías y para la caracterización se tomaron en cuenta las siguientes: matricula; modalidad; género; sostenimiento y entidad federativa.

El análisis fue comparativo y de contraste, con lo que se pudo determinar la contribución de las modalidades no escolarizada y mixta en el tema de la inclusión educativa.

## 3. Resultados

Conforme a los datos brindados por la SEP, se sabe que en México existen 16,151 planteles de bachillerato general y 19,428 de bachillerato tecnológico, profesional técnico y profesional técnico bachiller, el sostenimiento se distribuye como lo muestra la tabla 1.

**Tabla 1.** Número de planteles de EMS por sostenimiento

| Sostenimiento | Bachillerato general | Bachillerato tecnológico, profesional técnico y profesional técnico bachiller |
|---|---|---|
| **Federal** | 157 | 8,328 |
| **Estatal** | 9,783 | 7,231 |

| | | |
|---|---|---|
| **Autónomo** | 909 | 379 |
| **Subsidiado** | 358 | 7 |
| **Particular** | 5,044 | 3,483 |

Fuente: datos obtenidos del Sistema de Estadísticas Continuas de la SEP, 2017

Respecto a la población a la que atienden, en México existen aproximadamente 119'530,753 habitantes, de los cuales 7'382,785 hablan alguna lengua indígena (INEGI, 2015). Del total de habitantes, el 9% se encuentra en el rango de edad de los 15 a los 19 años, correspondiente a la etapa de EMS, es decir, 10'757,768 personas.

Considerando a la población objetivo como el 100%, se observa que el 49% se encuentra matriculado en el nivel medio superior, tomando en cuenta tanto el bachillerato general, como el tecnológico, profesional técnico y profesional técnico bachiller, este porcentaje equivale a 5'275,467 de habitantes.

Conforme al género, la base de datos de la SEP reporta que 2'607,747 estudiantes son hombres (49.43%), mientras que 2'667,453 son mujeres (50.56%), por tanto, no hay una diferencia significativa en cuanto al género.

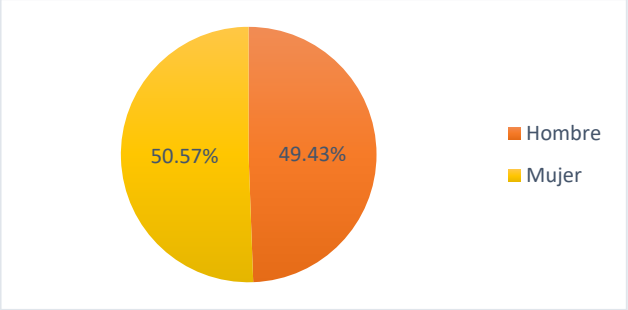



**Fig. 1**. Porcentaje de estudiantes matriculados en la EMS por género

La distribución de los estudiantes con base en la modalidad se muestra en la Tabla 2, donde se puede observar que la escolarizada sigue siendo la más popular, en comparación con la modalidad a distancia.

**Tabla 2.** Matrícula de la EMS por género y modalidad

| Modalidad | Hombres | Mujeres |
|---|---|---|
| **Escolarizada** | 1'464,326 | 1'576,518 |
| **Mixta** | 84,147 | 77,523 |
| **No escolarizada** | 64,168 | 81,446 |
| **Total** | **1'612,641** | **1'735,487** |

Fuente: datos obtenidos del Sistema de Estadísticas Continuas de la SEP, 2017

Por otra parte, de la matrícula total, el 2.85% habla alguna lengua indígena (150,364 personas). Como muestra la Tabla 2, la cobertura de nivel medio superior y la cobertura hablantes de alguna lengua indígena presentan una diferencia de 47 puntos

porcentuales, lo que hace evidente que, a pesar de la existencia de normatividad nacional e internacional enfocada en la inclusión a la EMS de los grupos vulnerables, en este caso de hablantes de lenguas indígenas, en México sigue existiendo rezago en la atención educativa hacia dichos habitantes.

**Tabla 3.** Población de estudiantes hablantes de lenguas indígenas en la EMS, matrícula 2016-2017

| | Total | 15 – 19 años | Matrícula en EMS | Porcentaje |
|---|---|---|---|---|
| **Población total** | 119'530,753 | 10'757,768 | 5'275,467 | 49% |
| **Población indígena** | 7'382,785 | 9'681,199 | 150,364 | 1.5% |

Fuente: INEGI, 2018

De lo anterior surge la pregunta ¿cuál es la cobertura de las modalidades no escolarizada y mixta respecto a la población hablante de lenguas indígenas?

La modalidad no escolarizada atiende a 146,949 estudiantes de EMS, es decir, al 2.78% y la modalidad mixta al 3.88% (204644). De éstos, 3,023 son hablantes de lenguas indígenas (0.057% aproximadamente).

Aunque dichas modalidades se establecieron para atender a la población que, por diversos motivos, no podía acudir presencialmente a la escuela, se observa que la cobertura es mínima cuando se habla de grupos indígenas, lo que también tiene relación con la situación económica y el desarrollo del país. Cabe destacar que, en el caso del bachillerato tecnológico, profesional técnico y profesional técnico bachiller, la cantidad de estudiantes que hablan alguna lengua indígena inscritos en las modalidades antes mencionadas es cero.

**Tabla 4.** Población de estudiantes hablantes de lenguas indígenas en la EMS por modalidad

| Modalidad | Matrícula total | Porcentaje | Matrícula de hablantes de alguna lengua indígena | Porcentaje |
|---|---|---|---|---|
| **Escolarizada** | 4'923,874 | 93.3% | 147,341 | 2.79% |
| **Mixta** | 204,644 | 3.8% | 2,846 | 0.05% |
| **No escolarizada** | 146,949 | 2.7% | 177 | 0.0003% |

Fuente: datos obtenidos del Sistema de Estadísticas Continuas de la SEP, 2017

En la tabla anterior, también se puede notar una diferencia de 86 puntos porcentuales (aprox.) entre la cobertura de la modalidad escolarizada en comparación con las modalidades mixta y no escolarizada, disparidad que se observa en la Fig. 2, esto provoca que surjan nuevos cuestionamientos como, ¿por qué la cobertura de dichas modalidades en EMS es tan baja?, ¿los grupos vulnerables realmente cuentan con las condiciones necesarias para acceder a dichas modalidades?, entre otras.

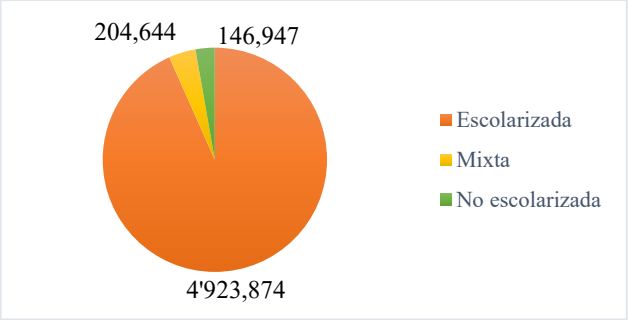



**Fig. 2.** Matrícula de la EMS por modalidad

Con base en la entidad federativa y a partir de los datos brindados por la SEP, se elaboraron las siguientes gráficas que tienen el propósito de mostrar la cobertura de EMS en el país. Aquellas entidades donde la cobertura es menor al 3% se agruparon en la categoría "otros".

Se observa que, para ambos casos, la Ciudad de México posee el porcentaje de cobertura más alto (23.6% y 23.4%, respectivamente), lo que confirma que la educación en el país sigue siendo centralizada.

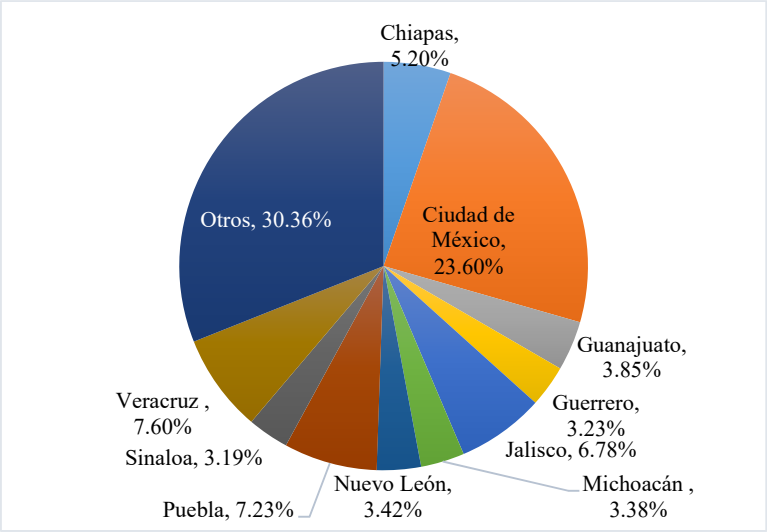



**Fig. 3.** Cobertura del bachillerato general por entidad

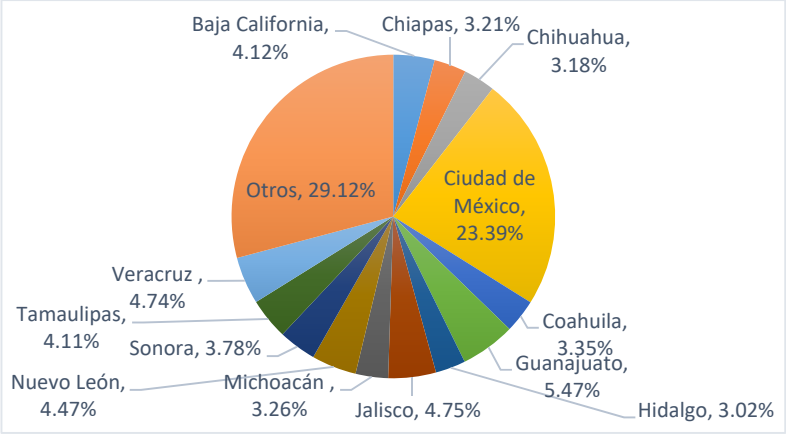



**Fig. 4.** Cobertura del bachillerato tecnológico, profesional técnico y profesional técnico bachiller por entidad

En el mismo sentido, la figura 5 y la tabla 5 muestran las entidades cuyo número de estudiantes de habla indígena, en las modalidades mixta y no escolarizada, es mayor. Para el caso del bachillerato técnico ninguna entidad federativa tiene matriculados estudiantes que hablan lenguas indígenas en la modalidad no escolarizada.

**Tabla 5.** Entidades federativas que atienden hablantes de lenguas indígenas en EMS, modalidad no escolarizada

| Entidad federativa | Hablantes de lenguas indígenas |
|---|---|
| Ciudad de México | 166 |
| Jalisco | 9 |
| Michoacán | 1 |
| Guerrero | 1 |

Fuente: datos obtenidos del Sistema de Estadísticas Continuas de la SEP, 2017

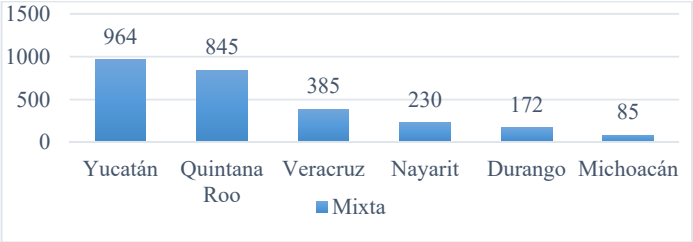



**Fig. 5.** Entidades federativas con mayor número de estudiantes de habla indígena en EMS, modalidad mixta

Derivado de lo anterior, se evidencia la necesidad de tomar acciones para que, tanto la Ciudad de México, como las demás entidades federativas del país, se involucren en el diseño de estrategias que permitan la inclusión de grupos vulnerables en la EMS y la

descentralización de la educación en general, aprovechando los beneficios de la educación a distancia.

## 4. Conclusiones

- La inclusión significativa de la población indígena en la educación media superior sigue siendo una asignatura pendiente en México y más por ser un nivel educativo obligatorio para toda la población.
- Las modalidades a distancia han aportado muy poco a los índices de atención educativa de la población indígena.
- Las políticas educativas en México son favorables a la inclusión educativa, no obstante, ésta sigue siendo un tema que debe incluirse en la agenda, ya que los resultados no son los esperados, sobre todo para los grupos más vulnerables.

Sin embargo, es preciso considerar que para la inclusión no es suficiente garantizar el acceso a este nivel, sino también la permanencia y pertinencia curricular y tecnológica, acordes con las peculiaridades de las diversas etnias que residen en el país.

Como estrategia se propone establecer servicios de bachillerato con un enfoque intercultural, tal como se ha hecho a nivel superior. Lo anterior conlleva a realizar programas de formación docente con el mismo enfoque y que abarquen todos los niveles educativos. Por último, se debe incentivar que los tecnólogos y desarrolladores de software educativo incluyan las distintas lenguas indígenas dentro de los idiomas disponibles, siguiendo los lineamientos del diseño universal para el aprendizaje.

## 5. Referencias


1. Cámara de Diputados. (2019). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Obtenido en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_090819.pdf
2. INEGI (2018). Población. Hablantes de lengua indígena. Obtenido en http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/lindigena.aspx?tema=P
3. OIT. (2005). *Convenio no. 169 sobre los Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes*. Lima.
4. Raphael, R. (2012). *Reporte sobre la discriminación en México*.
5. Secretaría de Educación Pública. (2018). Ley general de educación. México. Obtenido en https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/558c2c24-0b12-4676-ad90-8ab78086b184/ley_general_educacion.pdf
6. Subsecretaría de Educación Media Superior. (2008). Reforma Integral de la Educación Media Superior. México. Obtenido en http://www.oei.es/pdfs/reforma_educacion_media_mexico.pdf
7. UNESCO. (2015). *Declaración de Incheon y Marco de Acción.* Obtenido en https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_spa

# Ontología para representar el dominio de las competencias ciudadanas

Cecilia Avila[1], Manuel Balaguera[2], Valentina Tabares[3], Angie Sachica[4]

[1] Facultad de Matemáticas e Ingenierías
[2] Escuela de Negocios
[4] Facultad de Psicología
Fundación Universitaria Konrad Lorenz (Colombia)
[3] Departamento de Informática y Computación
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales (Colombia)
cecilia.avilag@konradlorenz.edu.co, manueli.balagueraj@konradlorenz.edu.co, vtabaresm@unal.edu.co, angiem.sachicac@konradlorenz.edu.co

**Resumen.** El desarrollo de competencias ciudadanas ha sido promovido por entes tanto a nivel nacional como internacional con un enfoque en la educación de la ciudadanía y la promoción de una sociedad más justa e inclusiva. Siendo este un componente social que influencia el desarrollo de políticas y procesos de toma de decisiones, así como los procesos de inclusión social. Comprender la dinámica de un sistema social que involucre el actuar de ciudadanos formados en competencias ciudadanas, es una tarea que ha sido abordada desde el uso de técnicas computacionales en el área de inteligencia artificial como una estrategia para establecer una aproximación al comportamiento de los individuos de un sistema social. Una de estas técnicas es el uso de ontologías, las cuales suelen utilizarse para representar dominios de conocimiento. En este artículo se presenta una ontología cuyo enfoque es la representación del dominio de conocimiento de las competencias ciudadanas como parte de un sistema social. La ontología aquí presentada puede ser utilizada en herramientas de simulación social basada en agentes inteligentes para así determinar la dinámica de un sistema social cuando se consideran las competencias ciudadanas.

**Palabras clave:** Ontologías, inteligencia artificial, competencias ciudadanas, inclusión social.

## 1. Introducción

Ser ciudadano ha estado históricamente ligado con la idea de ser miembro de una comunidad organizada o pertenecer a algún tipo de comunidad política [1]. En dichas comunidades, el desarrollo social se regula por medio de las decisiones que son tomadas en conjunto entre quienes lideran la sociedad y sus conciudadanos. Bajo este fundamento, se han llevado a cabo iniciativas en las que se generan marcos de trabajo que promueven el desarrollo de competencias ciudadanas [2]. De acuerdo con Mieles y Alvarado [3], la necesidad de comprender las formas de ciudadanía se deriva en la construcción de una sociedad más justa e inclusiva.

De igual forma, instituciones a nivel internacional como la UNESCO y locales como los ministerios de educación promueven el desarrollo de competencias ciudadanas. Por ejemplo, una de las metas educativas de la UNESCO es la educación de la ciudadanía para el desarrollo sostenible mediante "la adopción de estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad entre los géneros, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y de la contribución de la cultura al desarrollo sostenible, entre otros medios" [4]. Desde un contexto local, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) de Colombia ha adelantado iniciativas en pro del desarrollo de competencias ciudadanas que involucren "la formación para el respeto a los derechos humanos, en especial la vida, la paz, la democracia, la convivencia, el pluralismo y el ejercicio de la tolerancia y la libertad" [5].

Las competencias ciudadanas se ven reflejadas en el diario vivir de cada persona y, desde los entes del gobierno se busca concientizar a los ciudadanos de la importancia de desarrollarlas y de generar iniciativas que permitan la inclusión social. Sin embargo, de acuerdo con el informe nacional de resultados Saber Pro (prueba aplicada a estudiantes de pregrado) para el periodo 2016-2017 [6], el módulo de competencias ciudadanas son las que obtuvieron el menor promedio en el puntaje global para 2017 y este disminuyó con respecto a los resultados obtenidos en 2016.

En consecuencia, hay una necesidad latente por generar herramientas que brinden una aproximación a la comprensión de las competencias ciudadanas considerando que la sociedad es un sistema complejo y como tal, la implementación de herramientas o procesos requiere de un entendimiento profundo de la dinámica social. Es por ello, que algunos autores recomiendan utilizar herramientas de modelado que permitan la experimentación mediante técnicas computacionales como si se tratara de un escenario real [7]. Por ende, el interrogante que se plantea para esta investigación es: ¿Cómo representar el dominio de conocimiento de las competencias ciudadanas mediante técnicas computacionales?

Una de las técnicas más utilizadas para la representación de dominios de conocimiento es el uso de las ontologías [8]. En este artículo se describe una ontología que fue creada con el fin de representar el dominio de las competencias ciudadanas, y que fue construida con base en la metodología Methontology [9].

Las demás secciones del artículo se encuentran organizadas como sigue: en la sección 2 se presentan conceptos clave para el estudio, en la sección 3 se presenta un análisis bibliométrico y búsqueda de ontologías en temas como ciudadanía y competencias, en la sección 4 se describe la ontología construida. Finalmente, se presentan las conclusiones en la sección 5.

## 2. Conceptos clave

En esta sección se describe por una parte el concepto de competencias ciudadanas y, por otra parte, el concepto de ontología desde una perspectiva de la web semántica.

### 2.1. Competencias ciudadanas

El desarrollo de competencias ciudadanas ha sido impulsado tanto en el ámbito local como en el internacional con un enfoque en la educación en ciudadanía. Este es un componente social que influencia el desarrollo político, los procesos de toma de decisiones y la inclusión social. Además, comprender la dinámica de un sistema social, en el cual los ciudadanos competentes son los principales actores, no es una tarea sencilla.

Existen algunos marcos conceptuales de trabajo que han buscado la representación de las competencias ciudadanas teniendo en cuenta las diferentes perspectivas que involucran el ser ciudadano. Por ejemplo, en el proyecto Europeo "We are Europe", los autores definieron un marco de competencias clave para la ciudadanía [1]. Este marco se enfoca en tres aspectos fundamentales: la diversidad, los derechos y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), y todos estos giran en torno a competencias cívicas y sociales, concientización cultural y expresión.

En el contexto colombiano, se definió una clasificación de las competencias ciudadanas [10, 11] bajo el programa "Estándares básicos de competencias ciudadanas" promovido por el MEN y delegado a la Asociación Colombiana de Facultades de Educación(Ascofade). Esta clasificación involucra temas como ciudadanía y paz, participación ciudadana y pluralidad. Además, se tienen en cuenta cinco tipos de competencias: de conocimiento, cognitivas, emociones, habilidades comunicativas y competencias integradoras.

### 2.2. Web semántica y ontologías

En el contexto de la inteligencia artificial, las ontologías están asociadas al campo de la web semántica. De igual forma, existe el campo de la ingeniería ontológica, el cual se refiere al proceso de desarrollo de las ontologías teniendo en cuenta el ciclo de vida de éstas y los lenguajes soportados para la creación de ontologías como lo es el OWL (Web Ontology Language). Las ontologías permiten la conceptualización de un dominio en cualquier campo de conocimiento y han sido utilizadas en una gran variedad de plataformas tales como sistemas de agentes inteligentes, sistemas de gestión de conocimiento, sistemas de comercio electrónico, entre otros [12]. Otros usos de las ontologías se enmarcan en el desarrollo de aplicaciones que integran procesamiento de lenguaje natural, acceso a Internet con base en la semántica, extracción y análisis de información de textos [12].

## 3. Uso de ontologías en competencias y ciudadanía

Se realizó una búsqueda en la base de datos Scopus, una de las bases de datos científicas más utilizadas [13]. La cadena de búsqueda utilizada fue: *ALL ( ontolog* AND semantic ) AND ALL ( citizen* AND ( competenc* OR skill* ) ) AND ( EXCLUDE ( DOCTYPE , "cr" ) OR EXCLUDE ( DOCTYPE , "le" ) OR EXCLUDE ( DOCTYPE , "Undefined" ) ) AND ( EXCLUDE ( DOCTYPE , "ed" ) OR EXCLUDE ( DOCTYPE , "no" ) ).* De la búsqueda realizada se obtuvieron un total de 208 resultados, los cuales

fueron analizados utilizando la herramienta bibliometrix[14]. En la Tabla 1 se presenta la cantidad de resultados por tipo de documento.

**Tabla 1**. Ontologías y ciudadanía – Cantidad de artículos por tipo

| Tipo de documento | Cantidad Artículos |
|---|---|
| Libro | 73 |
| Artículo | 60 |
| Artículo de conferencia | 42 |
| Capítulo de libro | 21 |
| Revisión | 12 |
| TOTAL | 208 |

En los siguientes apartados se describen los resultados obtenidos con respecto a categorías como autores, fuentes de publicación, países de publicación y análisis de contenidos.

### 3.1. Análisis por países

De acuerdo con el mapa de contribución por países de la Fig. 1, los países más contribuyentes se resaltan con un color más oscuro. Los 10 países más contribuyentes son: Estados Unidos (72), Reino Unido (47), Alemania (30), Italia (23), Australia (18), Canadá (15), España (13), Países Bajos (12), Finlandia (8), y Dinamarca (8).

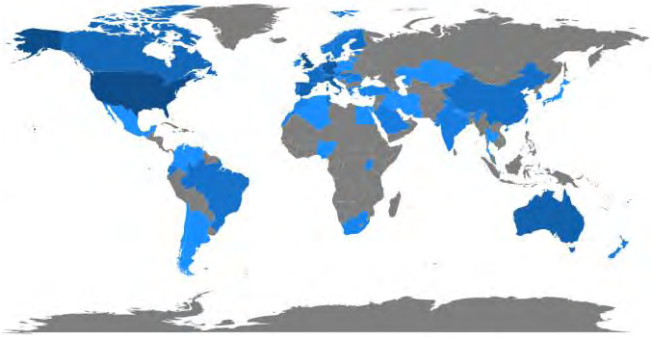


**Fig. 1.** Ontologías, ciudadanía y competencias - Contribución por países

### 3.2. Análisis por fuentes de publicación

En el análisis realizado se identificó que las fuentes de publicación más comunes para el caso de conferencias y capítulos de libro son: CEUR workshop proceedings y ACM international conference proceedings series. Mientras que en el caso de artículos de revista o similares, las fuentes de publicación más comunes son: Semantic Web y Advances in Intelligent Systems and Computing.

### 3.1. Análisis de contenidos

Analizando las palabras clave utilizadas por los autores en los diferentes artículos, la Fig. 2 permite evidenciar que los temas principales son web semántica y ontologías y, que estos apoyan otras temáticas tales como el gobierno en línea, los datos enlazados,

las ciudades inteligentes, la participación electrónica, la ciencia ciudadana, la administración pública, el análisis de sentimientos, los datos en abierto, entre otros.

**Fig. 2.** Ontologías, ciudadanía y competencias - Nube de palabras clave

### 3.1. Análisis por autores

En la Tabla 2 se listan los 10 autores más contribuyentes en el área con 3 y 2 artículos publicados.

**Tabla 2**. Ontologías, ciudadanía y competencias – Contribución por autores

| | Autor | Cantidad Artículos |
|---|---|---|
| 1 | Maué, P. | 3 |
| 2 | Piedra, N. | 3 |
| 3 | Bahaj, M. | 2 |
| 4 | Baldini, G. | 2 |
| 5 | Bouihi, B. | 2 |
| 6 | Chicaiza, J. | 2 |
| 7 | Dambruch, J. | 2 |
| 8 | Ferguson, P. | 2 |
| 9 | Fotia, L. | 2 |
| 10 | Garnham, B. | 2 |

Por otra parte, organizando por relevancia los resultados en la base de datos Scopus, se identifica que los trabajos de Gatteschi, Lamberti y Demartini [15] y de Piedra y Tovar [16], presentan ontologías para la representación de dominios de competencia en el entorno empresarial.

La búsqueda descrita anteriormente, se complementó indagando sobre ontologías existentes relacionadas con competencias. Para ello, se hizo una búsqueda en Google utilizando las cadenas de búsqueda: *competence** + *filetype:owl* y *competencia** + *filetype:owl* obteniendo 98 y 10 resultados respectivamente. Sin embargo, no se identificó una ontología que abordara particularmente el tema de competencias ciudadanas.

## 4. Ontología para representar el dominio de las competencias ciudadanas

La ontología fue creada utilizando la metodología Methontology [9], cuyas fases son: especificación de requerimientos, adquisición de conocimientos e implementación.

### 4.1. Especificación de requerimientos

En la Tabla 3 se presenta la definición de los requerimientos de la ontología de acuerdo a los ítems propuestos por Methontology.

**Tabla 3**. Ontologías - Especificación de requerimientos

| Ítem | Descripción |
|---|---|
| Dominio | Competencias ciudadanas |
| Fecha | Agosto de 2019 |
| Conceptualizada por | Cecilia Ávila, Manuel Balaguera, Valentina Tabares, Angie Sachica |
| Propósito | La ontología pretende la representación del dominio de las competencias ciudadanas a ser utilizada en ambientes de simulación |
| Nivel de formalidad | Semi-formal |
| Foco | Clasificación de las competencias ciudadanas de acuerdo al modelo propuesto por Chaux, Lleras y Velásquez [10] |
| Fuentes de conocimiento | [11] |

### 4.2. Adquisición de conocimiento

El conocimiento requerido para construir la ontología proviene de una búsqueda que se realizó con el objetivo de identificar modelos de competencias en el contexto local. De la búsqueda se identificó que desde el MEN[11] se propuso un modelo de competencias ciudadanas el cual se ha venido utilizando para propósitos académicos y en iniciativas relacionadas con la promoción en el desarrollo de competencias ciudadanas.

### 4.3. Implementación

Para la implementación de la ontología, se seleccionó el editor para ontologías Protégé [17] y el lenguaje OWL. La Fig. 3 presenta un esquema de red con las principales clases de la ontología. Para estas clases se tuvieron en cuenta los siguientes componentes:

- Acción: Se considera que las acciones que un individuo realiza pueden tener una connotación Negativa o Positiva.
- Competencias: Los ejes principales de las competencias son la Participación, la Convivencia y la Pluralidad.
- Expresión: Cada individuo se puede expresar mediante palabras, gestos, sentimientos, expresiones, valores.
- Tipos: Según el estándar de competencias ciudadanas del MEN, las competencias pueden ser Comunicativas, Emocionales, Cognitivas, y de Conocimientos. A su vez, cada una de estas puede estar asociada a elementos que las representan.

La ontología, puede ser consultada en el sitio web del proyecto de investigación: http://bit.ly/2m7svjW

### 4.1. Evaluación

De acuerdo con Brank, Grobelnik y Mladenic [18], entre otras estrategias, una ontología se puede evaluar mediante su integración en una aplicación y considerando el juicio de expertos para analizar el dominio de conocimiento representado en la

ontología. En este proyecto se aplican ambos enfoques. En una primera etapa, la ontología fue verificada por un experto en el campo de las competencias ciudadanas. Uno de los aspectos que se deben integrar en una segunda versión de la ontología, es considerar rasgos de personalidad y asociarlos a las diferentes competencias. La ontología se está refinando considerando el juicio del experto y se está configurando un escenario de simulación basado en un sistema multi-agente, en el cual que se integrará la ontología.

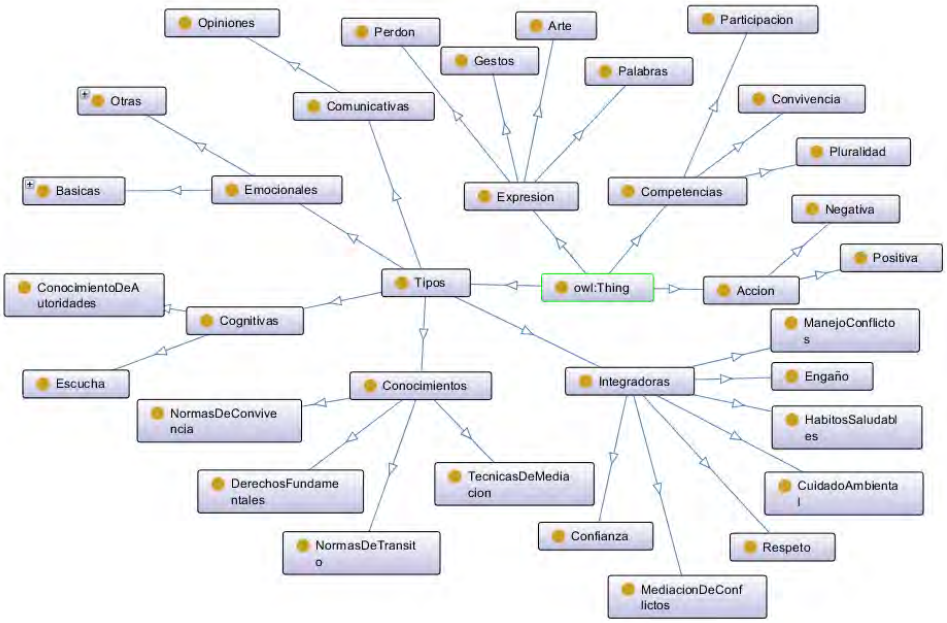



**Fig. 3.** Ontología - Esquema de red con las clases principales

## 5. Conclusiones

En este artículo se presenta un análisis bibliométrico con 208 estudios sobre el uso de las ontologías en el contexto de ciudadanía y competencias. Además, se hizo una búsqueda de archivos OWL que estuviesen relacionados con competencias. A partir de estas búsquedas y del análisis de la situación tanto local como internacional con respecto a las competencias ciudadanas, se logró evidenciar la necesidad de proveer herramientas que permitan una mayor comprensión de este dominio. Es por ello, que se desarrolló una ontología que permite la representación del dominio de las competencias ciudadanas y que, en una siguiente etapa de la investigación, será utilizada para propósitos de simulación social utilizando un sistema multi-agente.

De esta forma, se contribuye con herramientas que pueden promover una mejor comprensión del dominio de las competencias ciudadanas e iniciativas que impulsen su desarrollo.

**Agradecimientos**. A la Fundación Universitaria Konrad Lorenz por el soporte brindado al proyecto titulado "*Ingeniería ontológica y simulación social: modelamiento de competencias ciudadanas*".

## 6. Referencias

1. Bratitsis T, Tsolopani I, Ioannou M, Nedelkou O (2016) Framework for key citizenship competences
2. Wreurpe (2015) We are Europe. http://www.wreurope.eu/
3. Mieles M, Alvarado S (2012) Ciudadanías y competencias ciudadanas. Estudios Políticos 40:53–75
4. UNESCO Las metas educativas. https://es.unesco.org/node/266395
5. MEN Programa de Educación para el Ejercicio de los Derechos Humanos "Eduderechos"
6. ICFES (2018) SABER PRO – Informe nacional de resultados 2016 – 2017. http://www.icfes.gov.co/docman/investigadores-y-estudiantes-de-posgrado/informes-de-resultados-evaluaciones-nacionales/informes-de-saber-pro/5448-informe-nacional-de-resultados-saber-pro-2016-2017/file?force-download=1
7. Ghorbani A, Dignum V (2013) Agent-Based Simulation for Complex Social Systems: Support for the Developer. In: Gilbert T, Kirkilionis M, Nicolis G (eds) Proceedings of the European Conference on Complex Systems 2012. Springer International Publishing, pp 421–425
8. Polhill JG (2015) Extracting OWL Ontologies from Agent-Based Models: A Netlogo Extension. JASSS-THE JOURNAL OF ARTIFICIAL SOCIETIES AND SOCIAL SIMULATION 18:
9. Fernández-López M, Gómez-Pérez A, Juristo N (1997) METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering. In: Proceedings of the Ontological Engineering AAAI-97 Spring Symposium Series. American Asociation for Artificial Intelligence
10. Chaux E, Lleras J, Velásquez A (2004) Competencias Ciudadanas: De los Estándares al Aula. Una propuesta de integración a las áreas académicas. Corcas Editores Ltda, Bogotá, Colombia
11. MEN (2004) Estándares Básicos de Competencias Ciudadanas. Formar para la ciudadanía ¡SÍ es posible!
12. Gomez-Perez A, Corcho O (2002) Ontology languages for the Semantic Web. IEEE Intelligent Systems 17:54–60. https://doi.org/10.1109/5254.988453
13. Falagas ME, Pitsouni EI, Malietzis GA, Pappas G (2008) Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. FASEB J 22:338–342. https://doi.org/10.1096/fj.07-9492LSF
14. Aria M, Cuccurullo C (2017) bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. Journal of Informetrics 11:959–975. https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007
15. Gatteschi V, Lamberti F, Demartini C (2012) LO-MATCH: A semantic platform for matching migrants' competences with labour market's needs. In: IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON
16. Piedra N, Caro ET (2019) EntreCompOnto: An Ontology for Semantic Representation of Entrepreneurship Competences. In: Lee M.J.W. VN Nikolic S, Wong GKW, Shen J, Ros M, Lei LCU (ed) Proceedings of 2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering, TALE 2018. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., pp 1113–1118
17. Standford (2017) protégé. https://protege.stanford.edu/. Accessed 23 May 2019
18. Brank J, Grobelnik M (2005) A survey of ontology evaluation techniques

# Sistema de monitoreo en cultivos de café para el mejoramiento de procesos productivos en Colombia

Roberto Ferro Escobar[1]

[1]Facultad de Ingeniería
[1]Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)
robertoferroes@gmail.com

Danilo Alberto Vera Parra[2]

[2]Red de Investigaciones de Tecnología Avanzada
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)
daniloverap@gmail.com

Alexander Pineda Rodriguez[3]

[3]Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Electrónica y Redes (Grupo LIDER)
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)
lider@udistrital.edu.co

Resumen: Este artículo expone el proceso y resultados del proyecto de investigación titulado "Desarrollo e implementación de un sistema inteligente de monitoreo y alertas tempranas de infección en cultivos cafeteros" adelantado por el grupo de investigación LIDER de la facultad de ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, y financiado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – COLCIENCIAS. El proyecto se propuso el desarrollo e implementación de un sistema inteligente por medio del cual se realice el monitoreo de cultivos de café para llevar el registro de avance de las plantas, por medio del desarrollo de una plataforma que incluye una aplicación móvil y web. El sistema cuenta con una infraestructura que permite programar las variables de afectación según el cultivo, así como el adecuado tratamiento para cada una de las posibles enfermedades o plagas que pueda adquirir este. Este desarrollo tecnológico se une a la ola de inmersión de nuevos procesos que están llevando a la tecnificación del campo en Colombia y el mundo. Dentro de su implementación se plantea como objetivo transversal el mejoramiento de la calidad de vida de los cultivadores por medio del potenciamiento de sus habilidades técnicas y el incremento en el índice de competitividad en el mercado.

**Palabras clave:** Tecnología, agricultura, inclusión social, paz.

## 1. Introducción

El café en Colombia es una de las principales fuentes de ingreso del país. La cultura de la producción del café se extiende desde los departamentos del Quindío, Armenia, Caldas y el norte del Valle del Cauca; sin embargo, se pueden resaltar entre otras zonas

cafeteras cultivos en la Sierra Nevada de Santa Marta, Santander, Nariño, Huila, Cauca, Tolima, Boyacá, Casanare, Cesar y Caquetá. Cada una de estas zonas goza de diferentes pisos térmicos que beneficia la variedad de sabores en el grano. Son más de veinte departamentos en los cuales se cultiva café en el país. Sobre más de tres millones de hectáreas, más de novecientas de ellas están sembradas con café; más de quinientos municipios colombianos producen uno de los mejores granos de café a nivel mundial, con diversidad gracias a su Origen. (Colombia Co, 2018). Hoy en día en la cultura de la producción, más específicamente en las áreas rurales, el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones han mostrado que es posible mejorar continuamente los procesos en cada una de las dimensiones de la cadena productiva. Debido a que la mayoría de los procesos se llevan de manera manual, el monitoreo de los cultivos extensos generalmente es inapropiado, principalmente porque los trabajadores encargados de esta actividad sienten tediosa esta labor y en ocasiones tienden a confundirse entre líneas de cultivos, teniendo como una de las principales razones que las variables que hacen parte del monitoreo pueden llegar a ser numerosas.

## 1.2 Smart Farm

La rápida aceleración en las dinámicas de cosecha, compra y venta en la producción agrícola alrededor de todo el mundo, ha llevado a que grandes, medianos y pequeños productores contemplen, adopten e implementen dispositivos y procesos tecnológicos para mejorar su producción y por ende sus ganancias, cada uno de ellos a su escala productiva. Las nuevas tecnologías se adecúan de manera perfecta a los requerimientos y demandas que surgen de la constante transformación y actualización de la sociedad en su conjunto. Al respecto, parafraseando a Pérez, Adriana, Milla, M., y Mesa, M., (2006) en su artículo “Impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en la agricultura” aseguran que el desarrollo, crecimiento y distribución de las tecnologías de la información han generado un cambio que fácilmente se asienta en dimensiones sociales y culturales, al punto de haber llevado al ser humano incluso a redefinir el concepto que tiene sobre la realidad a partir de la construcción de realidades virtuales. Por ello, aseguran que lejos de ser perjudicial para la humanidad, ha permitido el acumulamiento de grandes volúmenes de información permitiendo además un fácil acceso a esta, así como la posibilidad de transmitirla, transformarla o intercambiarla de manera inmediata trascendiendo los límites físicos y espaciales de la comunicación.

La implementación de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la agricultura ha sido denominada por diferentes investigadores como Agricultura Inteligente o Smart Farming. A nivel mundial se han venido realizando numerosos diseños tecnológicos con funciones aplicables a este campo, en su mayoría producto de proyectos de investigación que se gestan desde la academia, sin dejar a un lado los desarrollos que se realizan desde la industria con miras a un uso comercial. Productos que aportan al monitoreo en general de cultivos, detección temprana de plagas, fotografías aéreas para planeación, procesos de riego automatizados, integración de robótica, minería de datos, inteligencia artificial, entre otras metodologías están presentes en el proceso de inmersión tecnológica en el campo.

## 1.3. Contexto colombiano

El pasado 27 de febrero de 2018 el diario El Espectador titulaba en uno de sus artículos de su portal web, "Internet de las cosas da sus primeros pasos en el agro colombiano"[1]. Allí se realiza una entrevista a Andrés Sánchez, CEO de identidad IoT, el cual explica el potencial que estas tecnologías tienen en el campo colombiano. Manifiesta que la implementación se ve reflejada en la agricultura de precisión, la cual ofrece a los cultivadores herramientas con las cuales hacer seguimiento en tiempo real de variables meteorológicas, así como de factores que afecten sus cosechas y pongan en riesgo su productividad. Identidad IoT inició una solución de agricultura de precisión en fincas cafeteras del municipio de Chinchiná, Caldas. Allí realizarán monitoreo de cultivos de café tipo Caturro con el fin de evaluar variables como humedad, precipitaciones, temperatura, entre otras. Esto por medio de la instalación de 10 sensores que permitirán analizar si las variaciones en las variables medidas inciden en la proliferación de plagas o enfermedades en las cosechas. (Ojeda, D, 2018). La implementación de recursos tecnológicos permite a los agricultores colombianos mejorar su capacidad de competencia en los mercados donde se distribuyen los productos cosechados y procesados, genera conocimiento que se pone a disposición de la actividad misma, y que al entrar en contacto con los conocimientos locales y autóctonos que se producen en la cotidianidad del campesino, dan como resultado un potenciamiento en las habilidades de cosecha y producción.

## 2. Impacto social

Las aceleradas dinámicas socio económicas que caracterizan el actual modelo económico, tanto colombiano como a nivel latinoamericano y mundial, han llevado al surgimiento de estrategias y procesos de adecuación de la sociedad en sí misma a ellas. Dentro de este entramado, las herramientas TIC han surgido como medio que potencializa los avances que surgen a nivel de ciencia, tecnología e innovación. En este contexto, el sector agro no ha sido ajeno y dentro de su proceso de actualización e inmersión de nuevos procedimientos y protocolos de mejoramiento, ha detectado la necesidad de adoptar nuevas tecnologías a los procesos de producción que le permitan mejorar el cuidado, rendimiento y productividad de los cultivos. Bajo el marco de estas dinámicas, la posibilidad de realizar un monitoreo cercano a las cosechas por medio de herramientas TIC, permite disminuir los índices de cultivos afectados por plagas, brinda la posibilidad de tomar acciones correctivas de manera temprana y permite el incremento en ganancias en la producción. Razón por la cual la presencia de dispositivos y elementos TIC se ha incrementado dentro de la actividad agrícola mundial. Los objetivos que persigue el aumento de los desarrollos tecnológicos dirigidos hacia este sector productivo van más allá del mejoramiento del proceso en sí mismo. Existen beneficios que se reflejan directamente en las comunidades que adoptan estos nuevos desarrollos, y que se extienden desde el conjunto de grandes propietarios, hasta familias de pequeña y mediana producción. Estas tecnologías vienen cumpliendo un papel social de alta relevancia puesto que la optimización de costos, el seguimiento

[1] https://www.elespectador.com/economia/internet-de-las-cosas-da-sus-primeros-pasos-en-el-agro-colombiano-articulo-741563

cercano e incremento en las ganancias, incide de manera directa en la calidad de vida de los cultivadores. En Colombia, el desarrollo tecnológico dirigido hacia la agricultura se ha centrado en el desarrollo de dispositivos y aplicaciones que permiten realizar monitoreo, toma de fotografías aéreas para la detección temprana de plagas, sistemas de riego automatizados, minería de datos, inteligencia artificial y en algunos casos específicos, inclusión de robótica en procesos de manejo de cosecha. Esta inmersión tecnológica ha llevado a mejorar los índices de competitividad en el mercado, mientras que a su vez, genera una sinergia entre los conocimientos autóctonos y técnicos que lleva a potenciar las habilidades de los sujetos a cargo de los cultivos. El proyecto en mención, visto bajo la óptica del contexto colombiano y su proyección hacia Latinoamérica, guarda una estrecha relación con las dinámicas de investigación que se han venido gestando en pro de reforzar la aplicación de los acuerdos de paz en las poblaciones altamente afectadas por el conflicto armado interno colombiano. Precisamente, dentro de la estructura de seis puntos que fue definida para la implementación de estos acuerdos, se encuentra la Reforma Rural Integral (RRI), prescindida por la premisa *"Hacia un nuevo campo colombiano"*, con un contenido extenso dentro del cual se resaltan estrategias de reforma estructural y económicas, hasta intervenciones de carácter local para los pequeños y medianos productores, e incluso para las familias sin tierra o con tierra insuficiente. Se formularon algunos programas y planes que tienen una gran carga de intervención social, y dentro de los cuales, la inclusión de nuevas tecnologías desarrolladas por empresas, organizaciones o universidades como es nuestro caso, entra a fortalecer el proceso. Hablamos de los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), los planes de acción para la transformación regional y los planes nacionales para la reforma rural integral. Estos programas están propuestos para alcanzar la transformación estructural del campo y el ámbito rural bajo la garantía del bienestar de las comunidades que allí habitan, la protección de la riqueza pluriétnica y multicultural, el desarrollo de la economía campesina y familiar, la integración de las comunidades afectadas por el conflicto armado y el reconocimiento de las diferentes comunidades que allí confluyen, entre otros. Por otra parte, se plantea el "Plan nacional de electrificación rural" y el "Plan nacional de conectividad rural", dentro de los cuales se pacta una ampliación de la cobertura eléctrica, capacitación en el uso de la energía, instalación de infraestructura para acceso a internet en cabeceras, ofertas de soluciones de acceso comunitario a internet, y lo más importante para nuestros fines, promoción y aplicación de soluciones tecnológicas. Dentro de este concepto de soluciones tecnológicas se integran aquellos desarrollos que estén orientados a mejorar la calidad de vida de poblaciones rurales, así como la tecnificación, seguimiento y potencialización de la producción agrícola, priorizando zonas afectadas por el conflicto armado interno. La implementación de estas nuevas tecnologías se ha venido dando de manera paulatina en el agro colombiano y en el mundo, el proceso en los niveles de producción más pequeños ha tomado un poco más de tiempo, la adaptación a estos nuevos procesos se ha venido consiguiendo y cada día son más los cultivadores que optan por adoptarlos. Parafraseando nuevamente a Pérez, Adriana, Milla, M., Mesa, M., (2006), la incorporación de estas nuevas tecnologías es un proceso extenso y complejo, ya que requiere de procesos de capacitación que permitan trascender las barreras de resistencia al cambio respecto a este nuevo conocimiento.

## 3. Desarrollo del proyecto

El proyecto desarrollado por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas propuso el desarrollo e implementación de un sistema inteligente por medio del cual se realiza el monitoreo de cultivos de café, teniendo como herramientas mediadoras una aplicación móvil para el monitoreo en campo y una web para su administración. Se definieron 3 factores, sobre los cuales se han clasificado las variables para tener en cuenta en la medición del sistema por parte de los actores. El primero es "**generalidades"**, corresponde a las variables básicas de los cultivos sectorizados, El segundo es "**manejo"**, que son las variables que el actor con el perfil de trabajador modifica para hacer seguimiento. Entre ellas se encuentran las enfermedades, las plagas y la fertilización. El tercero es "**producción"**, que son variables igualmente monitoreadas por el actor con perfil de trabajador. Entre ellas encontramos el estado del fruto y la cantidad de fruto cosechado. Así mismo, la estructura técnica está constituida por tres (3) sub-sistemas.

El primer sub-sistema de la plataforma concierne a la identificación y se constituye por un equipo (Smartphone) con módulo de lectura NFC y una etiqueta por cada zona de actuación. Dentro de los cultivos se instalan de manera sectorizada etiquetas que contienen una identificación por código de área, lo que permite el acceso mediante lectura de campo cercano del Smartphone, de esta manera, se abre la posibilidad de conexión a la base de datos que permite realizar los reportes de monitoreo.

El segundo subsistema está a cargo del almacenamiento y corresponde a un sistema de bases de datos diseñado sobre SQLite. El objetivo principal es proporcionar una forma de recopilar y recuperar la información de una base de datos de manera que sea tanto práctica como eficiente, que además posee herramientas para asegurar la independencia, la integridad y la seguridad de los datos. (Gomez Ballester, y otros). Bajo esta estructura, se esquematiza un modelo de base de datos relacional que permite tener acceso a las variables definidas y clasificadas en los tres factores (Generalidades, manejo y producción). La base de datos está construida basada en un estudio sobre las diferentes características de cultivos de café. La composición de la base de datos está estructurada acorde a los usuarios de acceso a la plataforma y acorde a los factores mencionados anteriormente. De ahí nacen las diferentes tablas intermedias que permiten generar los diferentes tipos de reportes entre usuarios e interacciones con el cultivo y la aplicación.

El tercer sub-sistema cumple con dos funciones importantes. La primera es la visualización de la aplicación móvil, la cual es utilizada por los actores de la operación definidos con el rol de trabajador. La segunda función es actuar como integrador entre subsistemas, pues permite la interoperabilidad entre el sistema de identificación y la base de datos mediante una pasarela gráfica. Adicionalmente, este sistema está constituido por una plataforma web a la cual únicamente tiene acceso el actor con el rol de administrador. La aplicación web recibirá los datos actualizados de las zonas del cultivo evaluadas mediante paquetes de datos entregados por la aplicación móvil inmediatamente esta tenga conexión a internet.

## 3.1 Desarrollo tecnológico

El proceso de desarrollo de software ha llevado a tener una aplicación estable y confiable para instalación en dispositivos con sistema operativo Android. Ha seguido la rigurosidad necesaria para estar bajo altos estándares de calidad que evitan cualquier tipo de riesgo por virus u otras afectaciones. En cuanto a la arquitectura del sistema es importante mencionar que para el desarrollo del backend se utilizó el framework CakePHP basado en el patrón de diseño MVC (Modelo Vista Controlador) con el fin de minimizar el tiempo de desarrollo. En este caso, el sistema está compuesto por una aplicación móvil y una aplicación web por lo que se decidió exponer servicios REST ( Transferencia de Estado Representacional) para que estos fueran consumidos por las dos aplicaciones a través de peticiones HTTP haciendo uso de los métodos más comunes GET, POST y PUT. En cuanto a la capa de frontend de aplicación web, se implementó haciendo uso del framework ReactJS, el cual encapsula un grupo de tecnologías tales como: Javascript, CSS3 y HTML5. Adicionalmente, se utilizó la librería Redux para respetar el principio de responsabilidad y mantener el estado de la aplicación accesible desde cualquiera de sus componentes.

La aplicación móvil fue desarrollada únicamente para dispositivos Android haciendo uso del lenguaje de programación Kotlin. Para el consumo de servicios REST asociados a la autenticación de trabajadores y envío de reportes se implementó Retrofit, un cliente REST que permite realizar peticiones de tipo GET, POST, PUT, entre otras. Para el almacenamiento local de los reportes se utilizó SQLite, una base de datos relacional portable de alto rendimiento. Adicionalmente, para el desarrollo de la parte gráfica de la aplicación se utilizó XML y el editor gráfico de Android Studio. Sobre cada tag NFC se grabó un texto en formato JSON son la siguiente estructura:

```
{
  cultivo: 1,
  zona: 1
}
```

Al leer esta estructura, la aplicación verifica si el usuario autenticado está asociado al cultivo relacionado en el tag, si no es así, no es posible realizar el reporte.

**Fig. 1.** Modelo relacional de la base de datos

Respecto al modelo de datos, resaltamos que se utilizó un modelo relacional que involucra las entidades y relaciones identificadas en la etapa de levantamiento de

requerimientos. Se realizaron tres versiones que fueron optimizándose a medida que se evaluaban distintas reglas de normalización con el fin de asegurar la integridad de los datos. La implementación de este modelo se llevó a cabo con el motor de bases de datos MySQL.

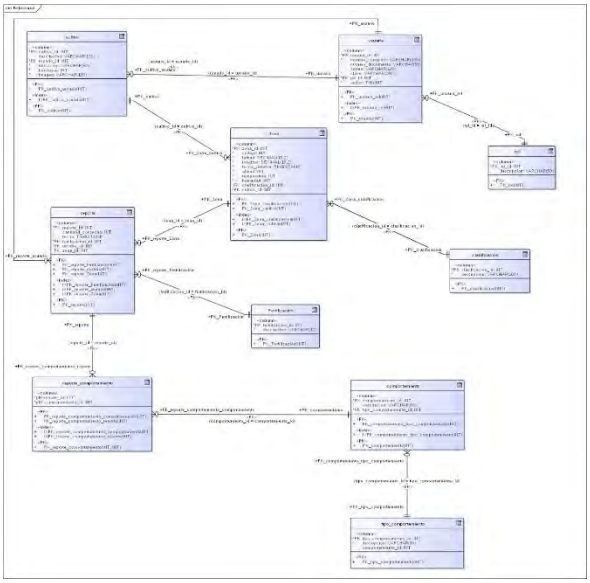


**Fig. 2.** Modelo relacional de la base de datos

## 4. Conclusiones

El proyecto de monitoreo a cultivos de café permitió realizar desarrollos que generan nuevo conocimiento científico respecto a funcionalidades técnicas a implementar en el contexto de la inmersión tecnológica dentro de la actividad agrícola colombiana, bajo el propósito de extensión a Latinoamérica. Todo esto con el objetivo de hacer la tecnología más asequible a comunidades con baja experticia en el manejo de este tipo de dispositivos.

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas de la ciudad de Bogotá, Colombia; ha venido consolidándose como una de las instituciones de educación superior pioneras en el desarrollo de nuevas tecnologías con enfoque social, tanto para el sector agrícola como para otros. Desde sus grupos de investigación se han gestado diferentes proyectos que gracias a su calidad han sido financiados por instituciones del Estado colombiano, lo que le ha permitido como institución, entregar valiosos aportes a la producción en el campo de la ciencia, tecnología e innovación (CTeI).

La difusión, reproducción y posible replica de este proyecto permite a los profesionales del área TIC, un encuentro cercano con las potencialidades a nivel social que su disciplina tiene implícita, estimulando la exploración de procesos de desarrollo tecnológico bajo una mirada de construcción de sociedad y mejoramiento de condiciones de vida en las poblaciones que apropien las tecnologías desarrolladas.

## 5. Referencias


1. Agriulturers (2017). El uso de los sensores para optimizar el manejo integrado de plagas. Recuperado de http://agriculturers.com/el-uso-de-los-sensores-para-optimizar-el-manejo-integrado-de-plagas/
2. Cárdenas. A., Jairo. (2016). Drones granjeros para el campo colombiano. Recuperado de: https://www.elespectador.com/tecnologia/drones-granjeros-el-campo-colombiano-articulo-644858
3. ColombiacoMTW. (2017). MipUN: App que informa sobre plagas y enfermedades en uva Isabella.https://www.colombia.com/tecnologia/destacadas/sdi/167320/mipun-app-que-informa-sobre-plagas-y-enfermedades-en-uva-isabella
4. Finkenzeller, K.; Müller, D. (2010). RFID Handbook Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication; Wiley: New York, NY, USA, 2010; ISBN 0470695064.
5. HISPANTV. (2017). Aplicación Plantix detecta plagas sobre las plantas. Recuperado de: https://www.hispantv.com/noticias/ciencia-tecnologia/329147/plantix-aplicacion-plagas-plantas
6. Montalvo, Barriga. y Rojas. (2016) Tecnología aplicada en el agro colombiano: asimetrías evidenciadas en la competitividad entre los subsectores café y maíz durante el periodo 2005 – 2015. Bogotá, Colombia.
7. Near Field Communications Forum. (2018). Available online: http://nfc-forum.org
8. Ojeda, D. (2018). Internet de las cosas avanza en el agro colombiano. Recuperado de: https://www.elespectador.com/economia/internet-de-las-cosas-da-sus-primeros-pasos-en-el-agro-colombiano-articulo-741563
9. Ozdenizci, B.; Coskun, V.; Ok, K. NFC internal (2015). An indoor navigation system. Sensors, 15, 7571–7595.
10. Pérez, Adriana, Milla, M., Mesa, M., (2006). Impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en la agricultura. Cultivos Tropicales. La Habana, Cuba: redalyc.org
11. RED RITA. (2019) Sistema inteligente de monitoreo y alertas tempranas de infección en cultivos cafeteros. Recuperado de: http://ritaportal.udistrital.edu.co:10181/

# Estudio de Centros de Datos para la interconexión de soluciones basadas en IoT, en El Salvador

Marlene Navarro[1] y Gisela Espinoza[2]

[1,2] Facultad de Ciencia y Tecnología – Unidad de Investigación
Universidad Gerardo Barrios San Miguel
maguilar[1], ggarcia[2]@ugb.edu.sv

**Resumen.** ***Este estudio fue realizado para conocer los detalles técnicos de algunos de los Centros de Datos existentes en El Salvador, con el objetivo de describir la infraestructura, protocolos de comunicación, dispositivos que pueden recibir y enviar datos, sobretodo el acceso a la información, con la finalidad de socializar los resultados obtenidos a la academia, empresas y entidades de gobierno que impulsan al desarrollo de soluciones basadas en IoT; los beneficios de interconexión con los Centros de Datos para el almacenamiento y lectura de la información en tiempo real, debido a la trasformación tecnológica basada en IoT, la creación de soluciones que mejoran la calidad de los procesos o actividades empleadas por los diversos sectores: educación, salud, medio ambiente, entre otros, esto permite la generación de datos estadísticos los cuales pueden ser analizados por las entidades para el apoyo a la toma de decisiones y como base para la creación de nuevas soluciones inteligentes. En la investigación participaron 10 instituciones salvadoreñas seleccionadas de acuerdo a las iniciativas existentes basadas en IoT, entre las cuales se encuentran 7 universidades públicas y privadas, 1 empresa y 2 entidades gubernamentales, con los cuales se obtuvo un acercamiento con el director o encargado de TI. El estudio evidencia la existencia de Centro de Datos en El Salvador, los cuales en su mayoría solo se utilizan para el almacenamiento de sus datos y publicación de los servicios que proveen; también diversas iniciativas para diferentes sectores en el país las cuales funcionan de forma independiente no aprovechando los datos obtenidos y el potencial que brinda la centralización de la información.***

**Palabras clave:** El Salvador, Centro de Datos, TI, IoT, TIC.

## 1. Introducción

Actualmente existen muchas propuestas a nivel académico para potenciar IoT, pero no tienen una continuidad en el tiempo, además los datos obtenidos no se centralizan y por tanto no tiene mayor significado ya que solo son para un contexto determinado.

En la actualidad, en el mercado se encuentran proveedores que cuentan con dispositivos para el desarrollo de proyectos enfocados a IoT, esto favorece la creación de múltiples proyectos que mejoren la calidad de vida de las personas y todo lo que les rodea.

En El Salvador existen una serie de proyectos grandes que tratan de marcar un hito en la evolución de la sociedad moderna a una smartcity.

En el 2016 apoyados por USAID Prointegridad, la Universidad Gerardo Barrios (UGB) y Universidad Don Bosco (UDB), ambas instituciones salvadoreñas, iniciaron el proyecto TVWhiteSpace, el cual busca crear un entorno de conexión abierto que permite a las instituciones de Educación básica del área rural, de la zona oriental de El Salvador, conexión directa a Internet a través de nuevas alternativas para el despliegue de la infraestructura de última milla a un costo relativamente bajo, haciendo uso del espectro de frecuencia no usado de las bandas asignadas a la televisión comercial, conocido como espacios en blanco de Televisión o TV-White Space.

El objetivo de dicha tecnología es usar estos canales de frecuencia para la modulación de datos, con los que se puede alcanzar anchos de banda considerables a distancias mayores que las que permiten las tecnologías convencionales de wifi y wimax, buscando favorecer la creación de proyectos IoT como un avance hacia una Smart City.

En el 2015 la Universidad José Simeón Cañas (UCA) de El Salvador, desarrollaron el proyecto UVMaforo es un sistema de monitoreo del índice de radiación ultravioleta, emitida por el sol. El UVmaforo nace a partir de la idea del Solmáforo, muy popular en países de Latinoamérica.

El objetivo es concientizar a la población de los efectos en su salud al estar expuestos a radiación ultravioleta provenientes del sol; también incentivar a la población a que reduzca el tiempo de exposición a las radiaciones solares puede disminuir los efectos nocivos para la salud y reducir significativamente los costos de atención de salud en los que incurre el país.

Por lo tanto, la investigación se centra en la utilización de tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) en la búsqueda de lograr una ciudad sostenible o inteligente.

Muchos proyectos con grandes cantidades de información que procesar, útil para la toma de decisiones por parte de las entidades que corresponda y sobre todo fuente para propuesta de nuevos proyectos, la problemática es que la falta de unificación de la información para posteriormente analizarla y comenzar a realizar valoraciones a partir de los resultados; muchos proyectos no se les brinda continuidad por falta de financiamiento y al estar aislados muchas veces no se logra ver el impacto que estos tienen.

## 2. Materiales y métodos

Se realizó una investigación documental descriptiva para conocer sobre Centros de Datos a nivel nacional e internacional, la información obtenida es de fuentes primaras: artículos, libros, revistas en formato digital; para conocer el contexto nacional se realizó un estudio cuantitativo – cualitativo a las entidades participantes haciendo uso de entrevista y encuestas en formato digital.

Las entidades participantes fueron seleccionadas a través del muestreo intencional, es decir que cumplían con las características del perfil definido y también porque fueron las que aceptaron colaborar en el proyecto.

## 3. Los resultados

El estudio se realizó a diferentes entidades de El Salvador entre ellas universidades, empresas y gobierno, con el objetivo de conocer la existencia de Centro de Datos dentro de la institución.

Instituciones participantes en el estudio: Universidad Gerardo Barrios, Universidad Dr. Andrés Bello, Universidad Evangélica de El Salvador, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, Universidad Francisco Gavidia, Universidad de Sonsonate, Universidad de El Salvador, Centro Nacional de Registro, Ministerio de Economía e Intelfon.

**¿Conoce que es un Centro de Datos?**

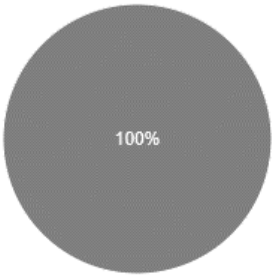



**Fig. 1** Representación de las instituciones que conocen sobre un Centro de Datos.

Se afirma que el 100% de las instituciones participantes en el estudio tienen el conocimiento sobre que es un Centro de Datos.

**¿Qué tipo de dispositivos consumen información del Centro de Datos?**

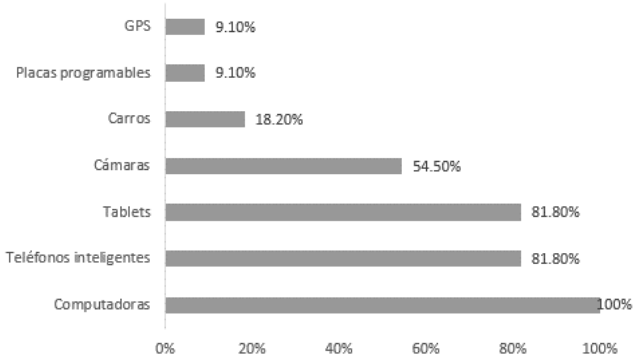



**Fig. 2** Representación sobre los dispositivos que consumen información de un Centro de Datos.

El 100% de las empresas e instituciones brindan servicios para Computadoras siendo esta la más común forma de interacción con el Centro de Datos.

Las tablets y teléfonos móviles tiene el 81.8% de interacción con Centros de Datos, las instituciones participantes comparten servicios o apps para móviles que almacenan u obtienen información de dicho origen.

El 50%, utilizan la interacción con Cámaras de Seguridad para obtener información del centro de datos.

Vehículos, placas programables, GPS Tiene la cuota más baja, curiosamente es importante tomar en cuenta que las placas programables son las tecnologías que más prevalecen en los proyectos de IoT, su baja incidencia puede significar un poco desarrollo en este ámbito en dichas instituciones.

**¿Qué tipo de dispositivos envían información del Centro de Datos?**

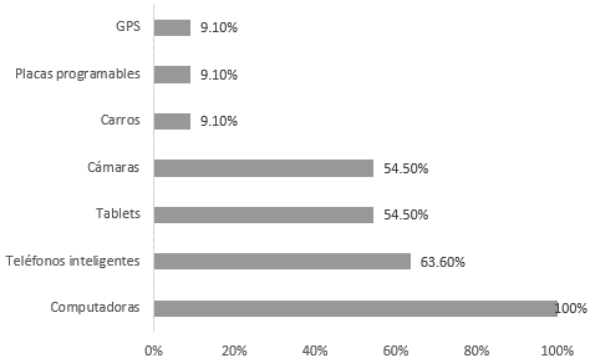



**Fig. 3** Representación sobre los dispositivos que envían información a un Centro de Datos.

Los centros de datos son espacios dedicados a almacenar y procesar datos digitales que son fundamentales para toma de decisiones de las instituciones de las cuales podemos aseverar:

Los dispositivos que interactúan con el centro de datos almacenado información son: Computadoras, Teléfonos, Tablet y Cámaras. Esto se relaciona con el entorno heredado de los sistemas de información más comunes.

Vehículos, placas programables y GPS poseen un índice de interacción muy bajo, es coherente pensar que la información que se genera en estos dispositivos podría tener mucha relevancia para las empresas encuestadas, pero no se ve con incidencia alta, siendo esta abajo del 10%.

**¿Qué protocolos de comunicación se utilizan para el envío y recepción de información?**

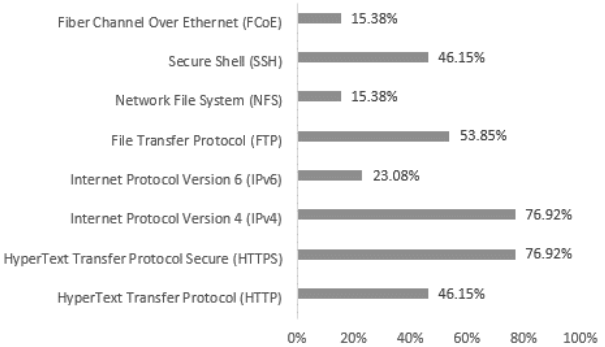



**Fig. 4** Representación sobre los protocolos más utilizados en los Centros de Datos

Se puede evidenciar que los protocolos más utilizados para el envío y recepción de información de las instituciones encuestadas es https, IPv4, FTP, SSH, http, IPv6 mientras que los menos utilizados son NFS y FCoE.

**¿Qué tipos de Centro de Datos posee su institución?**

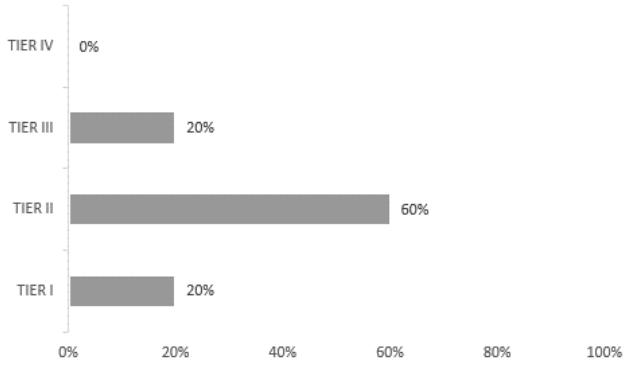



**Fig. 5** Representación sobre los tipos de TIER en Centro de Datos de El Salvador

En los resultados se obtienen que un 60% de las instituciones participantes cuentan con TIER II, el 20% cuentan con TIER I y el otro 20% con TIER III, mientras que ninguna de las instituciones cuenta con un TIER IV, siendo el más utilizado el TIER II.

**¿Cuál es la infraestructura del Centro de Datos?**

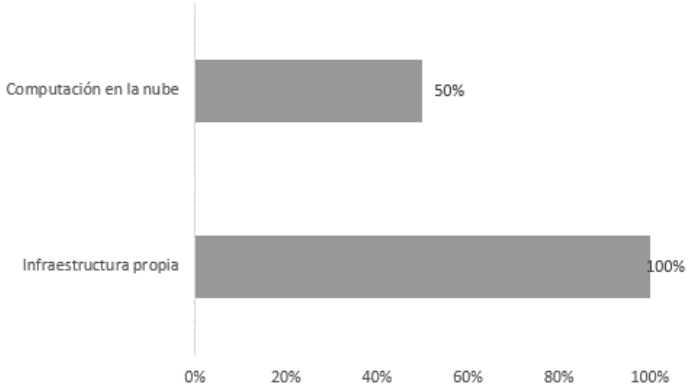



**Fig. 6** Representación sobre la ubicación de la infraestructura de los Centros de Datos en El Salvador.

El 100% de las instituciones participantes, posee infraestructura propia para el Centro de Datos, además un 50% de ese 100% también cuentan con almacenamiento en la nube, es decir incorporan ambas tecnologías en sus instituciones.

**¿Cuál es el acceso de la información que el Centro de Datos?**

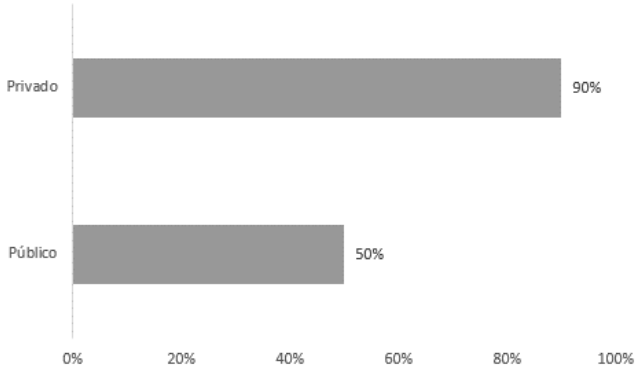



**Fig. 7** Representación de tipo de acceso a la información de Centros de Datos en El Salvador

En los Centros de Datos prevale gran parte de la información de carácter privado (90%) esto se debe a los modelos de negocios en los que cada uno se enfoca, en los procesos internos que maneja, administrativos y servicios que brinda, se requiere que esta información sea privada por políticas de privacidad, por confidencialidad y para asegurar la continuidad del negocio. Por otra parte, un 50% de la información es publica puede ser consultada en cualquier momento, las plataformas IoT se benefician en gran manera de la visibilidad pública de la información ya que pueden consultar servicios que ayuden a la toma de decisiones en el contexto donde han sido implementadas. La información de carácter privada no beneficia el desarrollo de aplicaciones IoT por tanto se debe implementar un mecanismo conocido por las partes interesadas para que puedan consumir esa información de forma que garanticen el despliegue de proyectos IoT.

**¿Qué tipo de autenticación requiere un dispositivo para enviar información al Centro de Datos?**

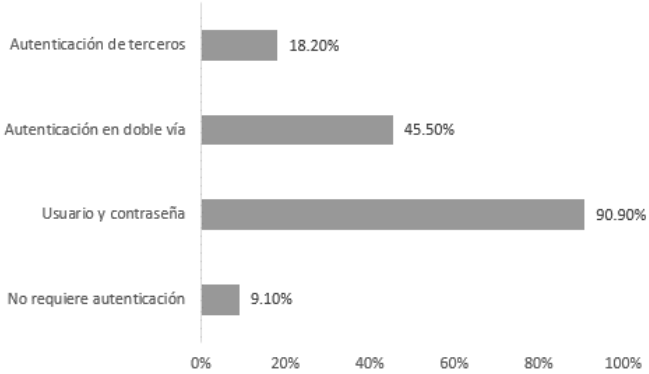



**Fig. 8** Representación de tipo de autenticación para conectarse a Centro de Datos en El Salvador

El esfuerzo de cada institución para salvaguardar la información y mantener la integridad de los datos es alta, o a todo aquello que en términos de información genere valor, debido a ello podemos afirmar que:

La información a los Centros de Datos se envía utilizando mecanismo de autenticación en la mayoría de instituciones.

Un 10% tienen abiertos los accesos para envío de información sin autenticación, esto es por los sitios web que se exponen.

**¿Cuáles son los requisitos para subir información al Centro de Datos?**

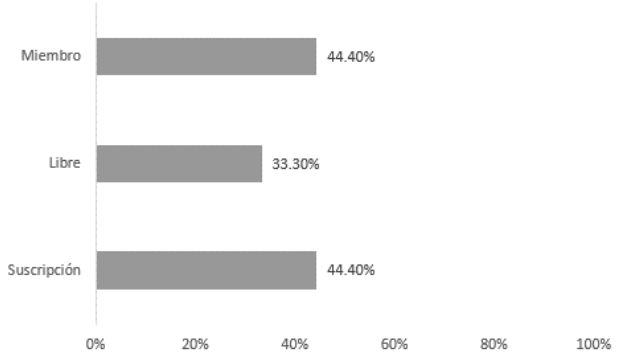



**Fig. 9** Representación para subir información a Centros de Datos en El Salvador

El 33.3% de las instituciones participantes afirman que no existen cargos económicos para subir información al centro de datos por lo que esto beneficia las aplicaciones IoT que necesitan guardar información centralizada, el modelo de afiliación también garantiza que miembros de la comunidad de la institución podrá conectar sus aplicaciones y compartir datos. El pago de suscripción tiene 44% este modelo no beneficia a IoT ya que existen cargos por uso de plataformas y muchas veces los presupuestos son limitados, por ende, la información queda aislada de forma local.

**¿A qué sector brinda servicios el Centro de Datos de la institución?**

Un centro de datos procesa y transmite información de modo eficaz y efectivo, es por ello que las empresas necesitan de un espacio de uso exclusivo donde puedan mantener y operar su infraestructura física como lógica, de ahí nacen servicios que pueden ejecutar aplicaciones que procesen y almacén datos. De las instituciones encuestadas se puede denotar los sectores a los que les brinda servicio y esto son: industrial, banca, gubernamental, económico, tecnología y sector privado, donde en su mayoría el sector que más pesa con los servicios prestados es Educación Superior.

## 4. Conclusiones

Empresas, universidades y entidades de gobierno de El Salvador, cuentan con Centros de Datos para el almacenamiento, procesamiento y desarrollo de diferentes actividades que exige cada tipo de entidad es por ello que los directores de IT exploran

sobre nuevas alternativas adecuadas a los objetivos y requerimientos propios, pero que al final les permitan la seguridad, integridad, centralización y acceso a los datos de forma remota.

A través de los resultados obtenidos de la investigación se determina que existen los recursos tecnológicos y humano a nivel empresarial, académico y gubernamental, que permitan el apoyo a través de la integración de las diferentes soluciones de IoT existentes con Centros de Datos, con el objetivo de conocer la evolución de los mismos en el tiempo, para el análisis avanzado de información los cuales pueden ser referenciados para la toma de decisiones en la implementación de nuevas tecnologías en cada uno de los sectores como educación, salud, medio ambiente, entre otros.

El Data Center ha asumido un nuevo papel como un activo estratégico dentro de la organización. El aumento en la demanda de capacidades y la presión de que los negocios estén siempre operativos, están obligando a los Data Centers a adaptarse, evolucionar y responder a un ritmo cada vez más acelerado; Tendencias como la Nube, movilidad, Internet de las Cosas (IoT) y Big Data, entre otras relacionadas, están cambiando irreversiblemente lo que se espera de una estrategia moderna de Data Centers.

Según el informe Latin American Market Trends, realizado por DCD Intelligence (DCDi) en 2014: los servicios desplegados con mayor frecuencia han sido infraestructuras como servicio (25%), servicios de hosting (22%) y nube privada (20%)

## 5. Referencias


1. Edward Arevalo, Douglas Flores, Carlos Bran, Carlos Martinez, Salvador Manzanarez, 2017, “Design and deployment of TVWS infrastructure for the improvement of connectivity services and applications with Internet of Things”, https://ugbedu-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/maguilar_ugb_edu_sv/Eaje_S4LZ5RHrXlG-6KX_n4B-IuGh1m8KqrZUw7Ele4wfw?e=vF0qCy, (consultado en abril de 2017)
2. Carlos Mauricio Pohl, 2017, “Monitoring of the UV index in El Salvador ", El Sal-vador Magazine Science and Technology, page 22, ISSN 2226-5783, II vol. 22/N° 32, (consultado en noviembre de 2017)
3. Lex Coors, 2016, “A brief history of data centres ", https://www.interxion.com/blogs/2016/09/A-brief-history-of-data-centres/, (consultado en abril 2017)
4. Abel Claure, 2016, “Conceptual Design of the Data Center”, http://elmundo.com.bo/elmundo/imagen/portadas/36/36.pdf, (consultado en abril 2017)
5. Celia Villarrubia, 2016, “El Salvador has a data center for the Online University”, https://www.dcd.media/noticias/el-salvador-cuenta-con-un-data-center-para-la-universidad-en-l%C3%ADnea/, (consultado en abril 2017)
6. Magdalena Reyes, 2018 “Tigo will invest $ 20 million in Data Center in El Salvador”, https://www.elsalvador.com/noticias/negocios/484354/tigo-invertira-20-millones-en-data-center-en-el-salvador/, (consultado en mayo 2018)
7. Patrick Nixon, 2016, “IN BRIEF: Digicel opens El Salvador datacenter”, https://subscriber.bnamericas.com/en/news/in-brief-digicel-opens-el-salvador-datacenter, (consultado en abril 2017)
8. Agencias, 2016, “Digicel presents its Data Center in El Salvador”, https://www.estrategiaynegocios.net/empresasymanagement/lanzamientos/990755-330/digicel-presenta-su-data-center-en-el-salvador, (consultado en abril 2017)
9. Luis Torres, 2017, “El Internet de las cosas aplicado al data center”, https://www.tkme.net/el-internet-de-las-cosas-aplicado-al-data-center/, (consultado en septiembre 2017)

# Arquitectura de Comunicaciones para Sistemas de Teleoperación sobre Internet

Fernando Corteggiano*, Sebastián Joel Tosco **y Livio Sebastián Maglione ***

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina

**Resumen** El objetivo principal de este trabajo es proponer una arquitectura de comunicación para sistemas de teleoperación que permita la incorporación de múltiples participantes, así como también nodos de procesamiento de datos e imágenes. Dicha arquitectura de transmisión de datos se basa en el protocolo WAMP (WebSocket Application Messaging Protocol) que permite la teleoperación bilateral, segurización de la red, la incorporación de nuevos participantes de la red, y la transmisión en tiempo real. De los resultados experimentales se observa que la arquitectura propuesta es capaz de satisfacer los requerimientos de un sistema teleoperado.

## 1. Introducción

El uso de Internet como canal de comunicación incrementa en gran medida las posibles aplicaciones de los sistemas teleoperados. Sin embargo, la presencia de retardos variables de tiempo puede inducir a inestabilidad o un pobre desempeño del sistema teleoperado [1].

El delay, jitter, las pérdidas en la red y la tasa de envío de paquetes son parámetros que tienen un fuerte impacto en el desempeño de un sistema teleoperado. En general, cualquier sistema de teleoperación tiene unas particularidades que lo distinguen de otros sistemas en red, como son: el carácter bilateral (envío y retorno de datos), requisito de tiempo real, tamaño de paquete pequeño (20 a 100 octetos)[1]. *El aporte del presente trabajo es proponer una nueva arquitectura flexible, de rápido desarrollo, segurizada, capaz de soportar los requerimientos para la teleoperación bilateral basada en el uso del subprotocolo WAMP/Websocket.*

## 2. Antecedentes

En cuanto a las arquitecturas de comunicación para sistemas de teleoperación bilateral sobre internet, existen varios enfoques. Uno de ellos es el que se plantea en [2] donde se propone utilizar un protocolo de comunicación llamado HoIP

* fcorteggiano@ing.unrc.edu.ar.
** stosco@ing.unrc.edu.ar.
*** smaglione@ing.unrc.edu.ar.

(Haptics Over Internet Protocol)que corre sobre UDP (User Datagram Protocol)y está pensado para dispositivos hápticos sobre redes IP (Internet Protocol). Este protocolo está escrito en C++ y usa una aproximación multihilo para minimizar las demoras de procesamiento. En el peor caso se lograron retardos de procesamiento (en un sentido) del orden de los 0.6 ms.

Otras propuestas de implementación de protocolos son [3], [4], [5] y [2], donde se utilizan estrategias sobre UDP y se obtienen mejoras sobre TCP.

En otro sentido, existen trabajos previos donde se plantea la utilización de una arquitectura basada en mensajes dentro de un esquema de teleoperación a través de internet [6]. Considerando particularidades tomadas de las arquitecturas IoT, y tomando en cuenta los requerimientos de los sistemas teleoperados bilaterales, el presente trabajo propone una arquitectura de comunicación para teleoperación bilateral sobre internet basada en el protocolo WAMP [7].

## 3. Sistema de Comunicación Propuesto

El protocolo WebSocket habilita la comunicación full-duplex a través de un simple socket entre el cliente y el servidor. Esta tecnología representa un enorme avance en las comunicaciones en tiempo real y las programación orientada a eventos sobre Internet. Además, este protocolo soporta datos de tipo binario o de texto, sobre conexiones cliente servidor.

La comunicación vía WebSocket se inicia con una petición HTTP tras lo cual se puede especificar un subprotocolo (por ejemplo WAMP) y el resto de los datos comunicados en ambos sentidos se encapsulan sobre TCP. La latencia en las comunicaciones es otro de los beneficios de utilizar WebSockets. Como el socket está siempre abierto y escuchando, los datos son enviados inmediatamente desde el servidor al cliente, reduciendo el tiempo al mínimo, en comparación con otros paradigmas de comunicación asincrónicos, donde hay que realizar una petición, procesar la respuesta y enviarla de nuevo de vuelta.

WAMP es un subprotocolo de WebSocket, el cual ofrece dos patrones de mensajería de alto nivel: Publicador/Subscriptor (Pub/Sub) y Llamada a Procedimiento Remoto (RPC). WAMP suplementa al protocolo WebSocket, sin embargo no crea ningún standard extra, pues sus bases son estándares web bien conocidos.

Hoy en día la evolución de los sistemas teleoperados requiere la participación cooperativa de varios esclavos comandados por un maestro. En vista de esto, resultaron oportunos los conceptos integradores de la línea IoT para definir un esquema de comunicación tipo Publicador-Subscriptor, el cual permite de forma relativamente sencilla agregar o quitar participantes en la comunicación. Dentro de los protocolos de comunicación en tiempo real que están actualmente en pleno desarrollo se encuentra uno el cual se define por [8] llamado websocket, el cual tiene un subprotocolo llamado WAMP [9], el cual provee dos modelos de envío de mensajes en un protocolo unificado (RPC y Publicador-Subscriptor) que permite una implementación liviana y una portabilidad suave [7]. Lo innovador de websocket es que permite comunicación bilateral simultánea (full-duplex)

utilizando un único socket y un único inicio de sesion http. También proporciona seguridad y tiene compatibilidad con los navegadores modernos.

WAMP, a diferencia de websocket, necesita un router WAMP, el cual puede estar en cualquier parte de la nube, e incluso puede ser usado dentro de tecnologías de cluster. Para este trabajo se escogió el router CrosbarIO, el cual está desarrollado en Python y usa tecnologías de programación asíncrona, llegan a lograr +20K peticiones/seg sobre redes 10GbE[10]. Es de interés que ya existen implementaciones de este router sobre plataformas de cloud computing como AZURE (Microsoft), EC2 (Amazon) y OpenStack [7].

En vista de lo antes mencionado, se propone un sistema para teleoperación bilateral a través de internet utilizando como protocolo de comunicación a WAMP.

## 4. Implementación de un modelo

Como caso de estudio se implementó un modelo de teleoperación bilateral en donde cada nodo publica información de estado y se subscribe para recibir las órdenes de comando (Figura 4).

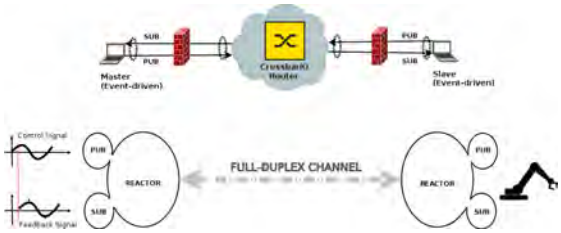



**Figura 1.** Model implementation

Para implementar dichos nodos se utilizó el framework de tiempo real de código abierto llamado Autobahn, desarrollado sobre Twisted, el cual es un framework de red para programación dirigida por eventos escrito en Python. El framework Autobahn tiene la ventaja de poseer múltiples subproyectos que permiten su uso en diferentes lenguajes: C/C++, Javascript, Android y Python, siendo éste último el elegido para este trabajo. Además, para acceder a información del estado del protocolo TCP en tiempo real, se utilizó el módulo para kernel Linux llamado TCPProbe, del cual se obtinenen parámetros como: SRTT (Smoothed Round Trip Time), tamaño de ventana de congestión, unbral de congestión, tamaño de paquete, entre otros.

El nodo implementado que representa al maestro genera una señal variable siguiendo un patrón sinusoidal de baja frecuencia la cual es publicada en el enrutador para que el/los nodo/s esclavo/s se subscriba/n a ella. El nodo esclavo recibe la señal de comando y publica otra señal que representa su información

de estado (por ejemplo una fuerza) que sirve de realimentación al nodo maestro, el cual se subscribe a ella. De esta manera se forma un lazo de control cerrado a través de la red (Internet). Además, como se aprecia en la figura 4, este modelo tiene la capacidad de ser transparente a los cortafuegos y también permite la segurización de la información[9].

La diferencia de nuestro modelo con [1,3] es que se propone utilizar TCP. Esta asumpción implica aceptar dos fuentes de latencia: la generada por el tamaño de la ventana de congestión y la que deviene de las retransmiciones (ya que TCP no permite pérdidas)[11]. Para superar estas dificultades, se han tenido en cuenta algunas estrategias pertinentes.

Cabe aclarar que se utilizó Python3 con Twisted dado que este fremework, cuando se comunica con TCP, utiliza el modo Push (PSH), el cual indica al protocolo que procure no agrupar paquetes. Además, pueden configurarse otros parámetros de TCP como por ejemplo: tcp_low_latency, tcp_congestion_control, tcp_rmem y tcp_wmem, entre otros. Para las mediciones realizadas, se dejaron las opciones por defecto de Debian Jessie y Ubuntu 14.04, para el maestro y el esclavo respectivamente.

Por otro lado, la mejor forma de evitar la latencia introducida por las retransmisiones es minimizar las pérdidas de paquetes. Haciendo un análisis del desempeño de las redes troncales de internet utilizando [12], pueden observarse pérdidas ínfimas e incluso nulas de paquetes.

## 5. Materiales y Métodos

A continuación se platean dos escenarios:

1. Modelo de laboratorio, donde se emula la red WAN (Wide Area Network) utilizando la herramiente netem, y la red de acceso se presume limitada mediante un filtro token bucket.
2. Escenario regional dentro de los Estados Unidos representando retardos y jitter típicos donde el router WAMP y el esclavo están en Tulsa (Oklahoma) y el maestro en Houston (Texas) con velocidades Descarga/Carga de 25Mbps/5Mbps.

### 5.1. Modelo de laboratorio

La red WAN se emula con 100 ms de dalay y 1 ms de jitter, y la velacidad media de la red de acceso es: 1mbps y 400kbps.

En las pruebas realizadas se observó que no había congestión en TCP ni sus consecuente pérdidas de paquetes o agrupamiento de los mismos, siempre y cuando, el ancho de banda fuese suficiente.

En la figura 9 se observe como al reducirse el ancho de banda y por tanto congestionarse TCP, empiezan tanto las pérdidas como la agrupación de paquetes, degradando así la calidad de la señal en es sistema teleoperado. Sin embargo, esta situación puede subsanarse decrementando el tiempo de intergeneración de paquetes (por ejemplo 10ms), como se observa en la figura 10. Puede notarse un desempeño similar al de la figura 8.

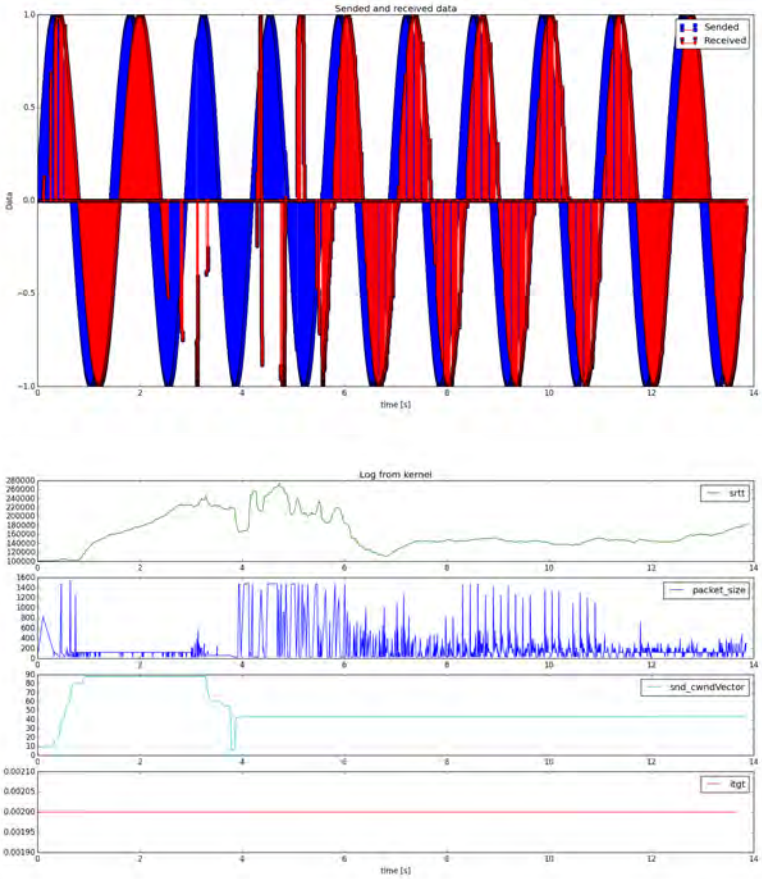



**Figura 2.** Señal enviada y recibida (400 Kbps, Itgt= 2ms)

## 5.2. Modelo Real

En la figura 11 puede observarse que en la implementación del modelo real no hay pérdida de paquetes, si bien debido al jitter hay cierto movimiento de las muestras. Este buen comportamiento, incluso a una tasa de generación de paquetes de 2ms, muestra la potabilidad de uso del sistema en escenarios de red reales.

## 5.3. Análisis Comparativo

En las gráficas previamente mostradas, se puede observar que WAMP muestra un buen desempeño frente a retardos siempre que se cumplan las dos premisas

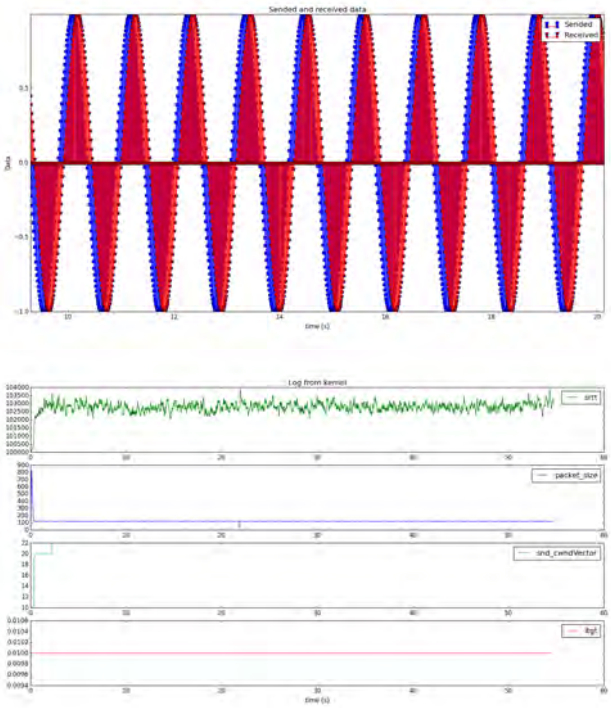



**Figura 3.** Señal enviada y recibida (400 Kbps, Itgt= 10ms)

previamente analizadas: lograr la sintonización adecuada del sistema a las condiciones de la red y disponer de redes de acceso de muy bajas pérdidas. Con respecto a esto último cada aclarar que *no es un imposible*, dado por un lado los usuario de internet actualmente pueden disponer de ancho de banda por lo menos de un orden superior [13] a los requeridos por un sistema teleoperado bilateralmente y por otro lado, como se mostró en la figura 6, la calidad de las redes troncales de internet actuales no presentan practicamente pérdidas.

Realizando un análisis comparativo, a partir de revisiones bibliográficas, entre WAMP y otros protocolos ([3,1], [14], [4], [15]) se observa que WAMP posee como ventajas: una alta transparencia en Internet (insensible a cortafuegos), integración con tecnologías IoT y M2M, posibilidad de implementar modelos Pub/Sub y RPC nativamente, y la posibilidad de encriptar los datos para segurizar la información. Por otra parte, el hecho de usar TCP como protocolo de transporte, implica que WAMP posee alta sensibilidad ante pérdidas de paquetes en la red.

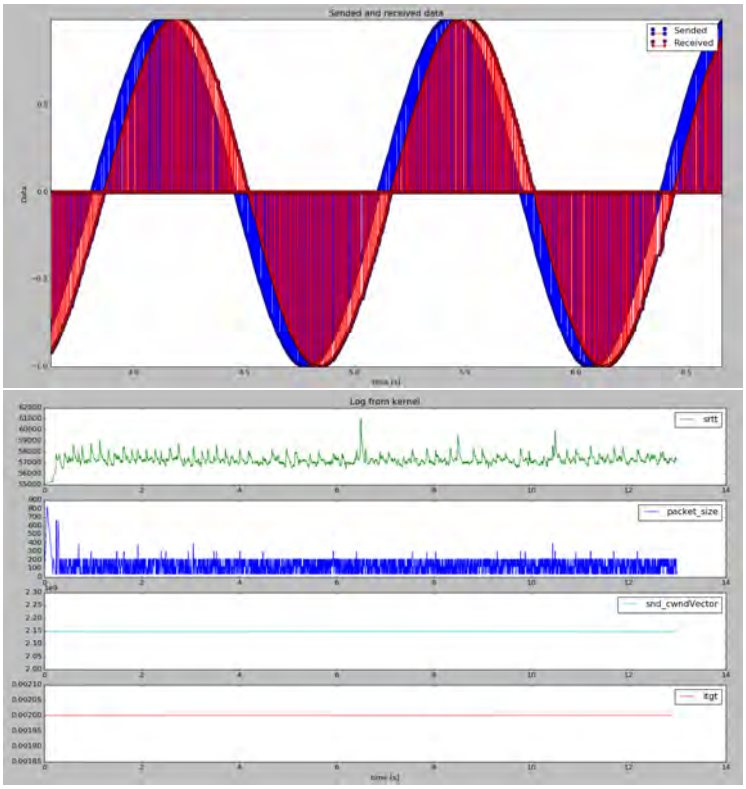



**Figura 4.** Señal enviada y recibida escenario real

## 6. Conclusiones

En este trabajo se ha propuesto una arquitectura de comunicación para teleoperación bilateral sobre internet basada en el subprotocolo WAMP, usando TCP como protocolo de transporte, Python 2.7/3.4 como lenguaje de programación bajo el sistema operativo Linux. En base al paradigma publicador-subscriptor se desarrollo un modelo apropiado para la teleoperación, utilizando técnicas de programación asíncrona en los nodos. En cuanto a la correlación entre las señales transmitidas y las recebidas, puede notarse una buena correlación claramente afectada por el retardo medio de la red, siempre y cuando TCP no sea llevado a la congestión por limitantes de ancho de banda. Cuando esto último ocurre, es posible sintonizar el sistema mediante escoger una tasa de generación de paquetes adecuada al ancho de banda disponible. También, se evidenció que es posible recibir parámetros del estado de TCP desde el kernel del sistema operativo e incluso configurar el mismo para disminuir latencia.

En virtud a los resultados obtenidos se considera que esta plataforma es una buena opción para implementar sistemas de teleoperación bilateral con control basado en realimentación, como por ejemplo los basados en filtro bayesianos [16],

controlador PD-Like [5], entre otros. Queda como trabajo a futuro implementar dicho tipo de escenarios. Además, sería muy oportuno realizar la sintonización del sistema de forma automática y en tiempo real, utilizando diferentes predictores.

## Referencias


1. M. Diaz-Cacho, A. Barreiro, M.G. Rivera. Bidireccionalidad y eficiencia en el transporte de datos de teleoperación a través de redes ip. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, 7(2):99 – 110, 2010.
2. A. Abou El Kalam, A. Ferreira, F. Kratz. Bilateral teleoperation system using qos and secure communication networks for telemedicine applications. *IEEE Systems Journal*, PP(99):1–12, 2015.
3. P. X. Liu, M. Q. H. Meng, P. R. Liu, S. X. Yang. An end-to-end transmission architecture for the remote control of robots over ip networks. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 10(5):560–570, Oct 2005.
4. R. Wirz, R. Marin, M. Ferre, J. Barrio, J. M. Claver, J. Ortego. Bidirectional transport protocol for teleoperated robots. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 56(9):3772–3781, Sept 2009.
5. E. Slawiñski, V. Mut, D. Santiago. Pd-like controller for delayed bilateral teleoperation of wheeled robots. *International Journal of Control*, 0(0):1–10, 2016.
6. S. Tosco, F. Corteggiano. Evalución de una plataforma basada en mensajes para la operación remota de procesos. *Mecánica Computacional. San Carlos de Bariloche: Graciela Bertolino, Mariano Cantero, Mario Storti y Federico Teruel (Eds).*, 33:2595–2618, 23-26 Setiembre 2014. issn 1666-6070.
7. F. Longo, D. Bruneo, S. Distefano, G. Merlino, A. Puliafito. Stack4things: An openstack-based framework for iot. *Future Internet of Things and Cloud (FiCloud), 2015 3rd International Conference on*, strony 204–211, Aug 2015.
8. Alexey Melnikov, Ian Fette. The WebSocket Protocol. RFC 6455, Pa/xdziernik 2015.
9. Tobias G. Oberstein, Alexander Goedde. The Web Application Messaging Protocol. Internet-Draft draft-oberstet-hybi-tavendo-wamp-02, Internet Engineering Task Force, Kwiecie/n 2016. Work in Progress.
10. www.crossbar.io. `http://www.crossbar.io`. Accessed: 2016-04-29.
11. Ashvin Goel, Charles Krasic, Jonathan Walpole. Low-latency adaptive streaming over tcp. *ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl.*, 4(3):20:1–20:20, Wrzesie/n 2008.
12. http://www.internettrafficreport.com/. `http://www.internettrafficreport.com/`. Accessed: 2016-04-29.
13. Stephen M. Rumble, Diego Ongaro, Ryan Stutsman, Mendel Rosenblum, John K. Ousterhout. It's time for low latency. *Proceedings of the 13th USENIX Conference on Hot Topics in Operating Systems*, HotOS'13, strony 11–11, Berkeley, CA, USA, 2011. USENIX Association.
14. V. Gokhale, O. Dabeer, S. Chaudhuri. Hoip: Haptics over internet protocol. *2013 IEEE International Symposium on Haptic Audio Visual Environments and Games (HAVE)*, strony 45–50, Oct 2013.
15. Dr. Carsten Bormann, Klaus Hartke, Zach Shelby. The Constrained Application Protocol (CoAP). RFC 7252, Pa/xdziernik 2015.
16. Jae-young Lee, Shahram Payandeh. Bayesian framework for bilateral teleoperation systems over unreliable network. *Robotica*, FirstView:1–16, 4 2016.

# The Use of Relational and NoSQL databases in the IoT Context - A Review

Renzo Paranaiba Mesquita and Patrick Balestra de Paiva

National Institute of Telecommunications - Inatel, Santa Rita do Sapucai, Brazil
renzo@inatel.br, patrickbalestra@gea.inatel.br
www.inatel.br

**Abstract.** With the advent of IoT and new connected sensors technologies, a huge amount of data has been produced around the world. Storing and treat them in a fast and secure way in order to help organizations to take decisions, generally involves databases technologies behind the scenes. These technologies can be based on traditional database management systems like the Relational ones, use new strategies like the ones proposed by the NoSQL databases or even use hybrid approaches in order to try taking the best of the two worlds. This paper aims to revisit the main features presented in Relational and NoSQL databases and provides an overview of some important researches presented in the recent literature that searched to show which approach is the most suitable to be used in an IoT context.

**Keywords:** IoT · Databases · SQL · NoSQL.

## 1 Introduction

Due to the crescent provision of data in terms of volume, velocity and variety produced by the computers and Internet of Things (IoT) technologies, data storage mechanisms were something that needed to be adapted or changed over the years. In the 70's a remarkable thing happened in the area of data storage systems. In order to avoid many problems faced by the use of flat files, Ted Codd of IBM revolutionized the way computer users could store, connect and manipulate data. This approach was called Relational Data Model and attracted immediate attention of database community and companies due its simplicity and strong mathematical foundation [1]. In short, Relational Database Management Systems (RDMS) organize its data in tables that can be previously defined and linked, giving the user the possibility to manage the data in a more consistent way. Almost 50 years has passed since this model was proposed, but the most popular databases engines such as Oracle, MySQL, Microsoft SQL Server and many others [2] are still using it as their prevailing data management system.

Although Relational Databases are popular and come packed with many important tools, due to its formalism and expensive computational price needed to execute some embedded operations, new kinds of strategies to deal with data has arisen in order to manipulate data in a different way. These new approaches

were called Not Only SQL (in short, NoSQL) databases. NoSQL are known for not depending of tables and SQL to store, define and manipulate data, are simplified for retrieval and appending operations, has horizontal scalability and is mainly used to manage a huge volume of data [3].

A few years ago IoT technology was taken as something from the future due to the lack of small and powerful machines in terms of connectivity and processing. But now, thanks to the miniaturization of the computers and smart devices, this is already a reality. The use of IoT is varied, and it can be from a simple temperature measurement in a plant vase to critical healthcare systems used to keep someone alive. Domains and environments like transportation, industrial automation, agriculture and market are another classic examples where IoT are strongly applied in order to improve people lives [4]. And of course, regardless of the application area, IoT devices generate a large amount of raw data that needs to be stored quickly and sometimes securely in databases such as Relational or NoSQL in order to serve as a powerful input into future decision making.

Searching to understand more precisely what characteristics of these databases are most required by the IoT world and what some works have concluded about this subject, this paper provides a summary of relevant research presented in the recent literature that searched to show which approach is the most suitable to be used in the IoT scenario. Important concepts of Relational and NoSQL databases will also be explored in order to better support the outcomes presented by different authors.

The rest of this paper is organized as follows: section 2 highlights Relational and NoSQL databases main characteristics. Relevant papers and its outcomes about the use of these databases in IoT scenarios are presented in section 3. Finally, in section 4, a summary of lessons learned and conclusions are presented.

## 2 Characteristics of Relational and NoSQL databases

### 2.1 Relational Databases

Relational is the most popular type of database. According to DB-Engines website, 75.3% of the databases in use worldwide are relational [2]. Much of this success is largely justified by its maturity and time they are already available for use, but even with the advent of new kinds of databases, their use is sometimes favored for several reasons.

Relational databases use tables formed of rows and columns to store and connect the data. However, according to [5] and [6], these databases are much more than mere data storage systems.

Among its main functionalities, its important to highlight:

- **Powerful declarative language constructs**: in addition of being able to manipulate a wide variety of databases through the SQL language, users can also prepare and run simple or powerful queries through the use of intuitive commands and join techniques;

- **Schemas and metadata**: it offers a convenient way to store and access data based on a predefined structured that can be normalized to optimize storage and performance;
- **Consistency assurance, Recovery and Logging**: data integrity is guaranteed once RDBMS implements ACID transactions (ACID stands for atomicity, consistency, isolation and durability). It guarantees that in case of communication failure, the database will not be corrupted;
- **Referential integrity and Triggers**: referential integrity assures that table relationships will always be consistent and triggers offers the ease of pre-programmed functions which can be automatically invoked whenever a special event occurs in a specific table;
- **Multi-user operation and syncronization**: it allows multiple users access to up-to-date data thanks to its mature and complex internal structures;
- **Users, roles and security**: internally, SQL is subdivided into language families, each responsible for executing specific commands such as data definition (DDL), manipulation (DML), query (DQL), and so on. The Data Control Language (DCL), for example, deals with the rights, permissions and other database security-related features which is already embedded in this type of database in the lowest level;
- **Indexing**: they usually include various types of indexing, clustering of related records on disks blocks and various types of hashing techniques to efficiently locate specific data [1];

### 2.2 NoSQL Databases

Even though NoSQL are not the most popular databases in use yet, according to DB-Engines website, NoSQL approaches like MongoDB, Redis and Cassandra are among the top 10, even with the short time they are available for use [2].

As discussed, Relational databases offers numerous benefits, mainly when the subject is formalism and data consistency. However, much work and processing power can be required to provide some of its functionalities, especially in cases where the focus is on performance rather than consistency. In order not to replace Relational databases, but to work on points where they have limitations [7], NoSQL databases emerged to store and treat data in a very different way.

Among its main features, its important to highlight [6]:

- **Easy access is provided via API's**: many NoSQL databases started out with generic API's (for example, put, get and remove) to perform basic operations and let developers interact with the underlying data through SQL-like commands [5];
- **There are weak or no schema restrictions**: NoSQL databases have a schema-less nature. The data don't need to follow a strict schema and new fields can be included on demand to every single register when necessary [3];
- **The consistency model is not ACID, but BASE (Basically Available, Soft State, and Eventually Consistent)**: different from the Relational, NoSQL databases emphasize availability and performance instead

of consistency. Because of it, the responsibility for consistency lies with the developer [8];
- **The focus is on distributed and horizontal scalability**: Relational databases are meant to be scaled vertically (by adding more RAM, CPU, etc. to its running servers), while NoSQL is designed to scale horizontally, meaning that new machines can be added to the resource pool on-demand [8];
- **Data replication is easy**: NoSQL asynchronous replication technology allows database read and write operations can be dispersed on separate servers running on different CPUs [9];
- **The database model is not relational**: while mostly features mentioned are common to many NoSQL databases, they do not work on the same model as Relational databases do. NoSQL technologies are based on four different models for data storage [10], which are:
  - **Document Databases**: in this kind of model data is stored as a single or nested JSON-like documents containing a bunch of interested data at once;
  - **Key-Value Databases**: all the stored data is represented by a pair of key and value per record, working as distributed dictionaries or hash tables;
  - **Graph Databases**: used to store data in a form of a graph structure containing nodes with properties and that are connected each other to represent relationships;
  - **Column family stores**: the structure of this NoSQL model is similar to the RDMS (tables formed by rows and columns). The difference is that this database process data by column instead of row. Most of the tables contain lots of columns which are rarely used, then this database only perform I/O operations on the blocks corresponding to columns that are actually being read/updated [8].

## 3 Relational and NoSQL Databases in the IoT Context

Many authors have investigated about the use of Relational and NoSQL databases in the IoT context in order to find out which of these strategies is the best choice to be used. Relevant papers and its outcomes about this issue are presented in this session.

In order to compare SQL and NoSQL databases based in a local and small scale IoT application [11], Rautamare et al. designed a water sprinkler system using a set of temperature, humidity and soil moisture sensors connected to an Arduino Uno board. Continuos reading of sensor values were stored in two database systems: MySQL and MongoDB. The response time of the two databases were measured based in four different queries and the results were:

- **SELECT query with varying number of threads**: response time for MySQL and MongoDB was somewhat similar using a low number of threads, but as the number of threads increased, MySQL proved superior;

- **INSERT query with varying number of threads**: for insert query operation, MongoDB was faster than MySQL, mainly when the number of threads increased;
- **SELECT query with varying number of records**: for higher number of records MySQL was faster and more stable compared to MongoDB;
- **INSERT query with varying number of records**: despite the lack of stability in response times as data increased, MongoDB proved superior.

As conclusion, the author stated that each database has its own pros and cons. It was observed that in some cases, MongoDB in average required less response time compared to MySQL, but the latter was more stable in mostly situations.

According to Phan et al. [12], discovering which model and solution best fits IoT data is still an open problem, once there are several different IoT scenarios. However, their work addressed the suitability of Relational and NoSQL for storing and accessing IoT data in a real cloud environment. In their work they provided extensive experiments and compared the performance of basic read and write operations in databases when leading with two separate kinds of data: scalar sensor data and multimedia.

The chosen databases were MySQL (Relational) and three different NoSQL databases: MongoDB, Couchbase and Redis. Results showed that scalar sensor data benchmark presented good results for the NoSQL databases in write-intensive systems with the use of bulk inserts. In contrast, for querying scalar data, MySQL performed nearly as fast as Redis, that achieved the best result. In the case of multimedia data, results showed that MySQL outperformed the others when it comes to inserting data, but for the query performance, despite a draw, MongoDB was slightly faster when serving more clients simultaneously. The author concluded the work by reinforcing that it is hard to clear point out the best cloud database for the IoT, but based in the studied scenario, results have shown the potential of NoSQL databases against traditional Relational databases systems.

Amghar et al. in his work [13] states that handle IoT data using relational databases is not the best option. According to him, relational databases have shown their weakness in managing huge amount of data, once they have problems to reach auto scaling, better performance and high availability, three factors considered very important in an IoT world. Based on it, he performed a study comparing five of the most popular NoSQL databases: Redis (Key-value), Cassandra (Column-oriented), MongoDB (Document), Couchbase (Document) and Neo4j (Graph). Five factors were taken into account in the comparison study and the results presented were:

- **Scalability**: except for Redis, all the databases are highly scalable;
- **Real-time processing**: MongoDB and Redis show good performance in read operations while Cassandra has a better performance on updates. Also, Neo4j allows high query performance on complex data and it is optimized for read operations;

- **Security**: all the databases provide the same security features but developers must impose security in the application layer;
- **Spatial and data handling**: except for Cassandra, all the five databases are prepared to handle spatial data;
- **Data aggregation**: all the databases provide aggregation operations, however, MongoDB is better prepared for it.

In general, the comparison showed that Couchbase, followed by MongoDB and Neo4j, respectively, provided the best capabilities to be used in IoT applications.

In order to try getting the best of both worlds, hybrid alternatives or even database frameworks have also been considered to be used in the IoT context to check how it behaves when compared to natural Relational and NoSQL alternatives. As example of this kind of alternative we can highlight the NewSQL databases. NewSQL is a class of modern relational databases that seek to provide the same scalable performance of NoSQL while still maintaining ACID guarantees for transactions. In other words, these systems want to achieve the same scalability of NoSQL databases from the 2000s, but still keep the relational model (with SQL) and transaction support [14].

Fatima et al. [15] compared the performance of three databases: SQL (MySQL), NoSQL (MongoDB) and NewSQL (VoltDB) respectively for sensor readings in an IoT context. The sensor data handled ranges in vast (MB to GB) size and was tested against single write, single read, single delete and multi write operations.

For the used sensor data (sounds in dB, latitude and longitude), in write intensive operations NewSQL database VoltDB showed good results with respect to the write performance. The NoSQL counterpart MongoDB came followed closely while relational MySQL vastly lagged behind. In read intensive systems, VoltDB performs exceptionally well followed by MySQL whereas MongoDB came last. But as the size of the data and the number of clients are increased there is a considerable fall in the performance of MySQL and progress in MongoDB. The outcome of delete query in terms of performance is round about same as that of read intensive operations. Based on the results, the author concluded that NewSQL databases such as VoltDB is a clear winner for IoT data, followed by MongoDB once its performance can be improved thanks to its schema-less and flexible data model.

Wu et al. proposed a framework named HSFRH-IoT (Hybrid Storage Framework of IoT data based on Redis and HBase) [16], whose, according to the author, is a great promise to lead with the problem of efficient storage and retrieval of massive heterogeneous IoT data. By analyzing the features of IoT data and extracting common characteristics like temporal and spatial attributes, tags and categories, he created a combination of NoSQL's Key-value database Redis and column-oriented database HBase to cooperatively store real-time and historical data. According to him, it is a good strategy since Redis is mainly used to store real-time and high-heat data while HBase column storage structure presents good results when storing and querying historical IoT data. In order to test the proposed framework, it was tested against the MySQL database for insertion and query operations and the results were:

- **Data insertion performance test**: 10 million records were inserted to Redis and MySQL server by using a different number of threads each time. In this test, MySQL was not only faster but also more stable than the proposed framework;
- **Data retrieval performance test**: for the data query speed test, the size of the data set used was 10 million records, and the result for the query was about 50 thousand. When searching the same amount of IoT data, the query time spent by the framework was absolutely lower compared to MySQL time.

Integrating the insertion speed and query time cost, the author concluded that the framework is a suitable and efficient tool to be used in an IoT context and better than traditional solutions based on RDBMS.

## 4 Conclusion

In this paper, we first present the main features of the two most popular kinds of databases available to store data: Relational (RDMS or SQL) and NoSQL databases. We then present researches applied in different IoT works and scenarios that somehow sought to demonstrate their views and results found about which database profile is best suited for the IoT context.

As lessons learned, we can say that all databases profiles presented are welcome to store IoT data, but different scenarios may require different database strategies once some scenarios can require more consistency and others more speed in CRUD (Create, Retrieve, Update and Delete) operations over the data. As relational and NoSQL databases have distinct but complementary capabilities, perhaps combining these two strategies may be the most appropriate way to handle the high demand for receiving and manipulating data quickly and consistently.

As a suggestion of future work, a comparative study among hybrid solutions could be welcome, since these solutions have been showing good results as depicted in this research but are still unknown or little explored in the literature.

## Acknowledgments

The authors would like to thank CNPq for financial support and Inatel's Scientific Initiation department for the guidance during the research.

## References

1. R. Elmasri and S. B. Navathe, *Fundamentals of Database Systems*. Pearson, 7th ed., 2015.
2. db engines.com, "Databases ranking scores per category in percent," jul 2019.
3. B. Jose and S. Abraham, "Exploring the merits of nosql: A study based on mongodb," in *2017 International Conference on Networks Advances in Computational Technologies (NetACT)*, pp. 266–271, July 2017.

4. A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, and M. Ayyash, "Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications," *IEEE Communications Surveys Tutorials*, vol. 17, pp. 2347–2376, Fourthquarter 2015.
5. G. Vial, "Different databases for different strokes," *IEEE Software*, vol. 35, pp. 80–85, March 2018.
6. A. Meier and M. Kaufmann, "NoSQL databases," in *SQL & NoSQL Databases*, pp. 201–218, Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019.
7. P. Martins, M. Abbasi, and F. S, *A Study over NoSQL Performance*, pp. 603–611. 04 2019.
8. D. G. Chandra, "BASE analysis of NoSQL database," *Future Generation Computer Systems*, vol. 52, pp. 13–21, Nov. 2015.
9. J. Li and J. Li, "Research on nosql database technology," in *2018 2nd International Conference on Management, Education and Social Science (ICMESS 2018)*, Atlantis Press, 2018/06.
10. V. Abramova, J. Bernardino, and P. Furtado, "Experimental evaluation of NoSQL databases," *International Journal of Database Management Systems*, vol. 6, pp. 01–16, June 2014.
11. S. Rautmare and D. M. Bhalerao, "Mysql and nosql database comparison for iot application," pp. 235–238, 10 2016.
12. T. A. M. Phan, J. K. Nurminen, and M. D. Francesco, "Cloud databases for internet-of-things data," in *2014 IEEE International Conference on Internet of Things(iThings), and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom)*, IEEE, Sept. 2014.
13. S. Amghar, S. Cherdal, and S. Mouline, "Which nosql database for iot applications?," in *2018 International Conference on Selected Topics in Mobile and Wireless Networking (MoWNeT)*, pp. 131–137, June 2018.
14. A. Pavlo and M. Aslett, "What's really new with newsql?," *SIGMOD Rec.*, vol. 45, pp. 45–55, Sept. 2016.
15. H. Fatima and K. Wasnik, "Comparison of sql, nosql and newsql databases for internet of things," in *2016 IEEE Bombay Section Symposium (IBSS)*, pp. 1–6, Dec 2016.
16. S. Wu, L. Bao, Z. Zhu, F. Yi, and W. Chen, "Storage and retrieval of massive heterogeneous iot data based on hybrid storage," in *2017 13th International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (ICNC-FSKD)*, pp. 2982–2987, July 2017.

# Smart water quality monitoring and control based on internet of things

Ana C. Celani[1], João B. A. Gomes[1], Mariana H. I. Moreira[1], Renzo P. Mesquita[1], and Joel J. P. C. Rodrigues[2,3]

[1] National Institute of Telecommunications - Inatel, Santa Rita do Sapucai, Brazil
[2] Federal University of Piauí (UFPI), Teresina - PI, Brazil
[3] Instituto de Telecomunicações, Portugal
anacatharina@get.inatel.br, joaobernardoag@gmail.com, marianahelena@gec.inatel.br, renzo@inatel.br, joeljr@ieee.org

**Abstract.** Water is an essential resource for life sustainability. The lack of infrastructure, in many countries, leads to a limited access to this natural resource and to almost 1 million deaths per year due to unsafe water consumption. This paper introduces an autonomous system for water monitoring and treating in reservoirs, following an Internet of Things (IoT) approach, granting to users of the water distribution systems the best quality of this resource. The proposed solution relays on sensors to collect data concerning the water on the reservoir, actuators to deploy chlorine to treat this water and performing the filtration process, and an IoT middleware platform to allow the communication with smart devices. Then, users can easily access the information collected by the system. In this work, it was used the In.IoT middleware. The sensed information is transferred through a Wi-Fi wireless network. The solution was evaluated, demonstrated, and validated through a reduced scale prototype and it is ready for use.

**Keywords:** Internet of Things · Water Management · Water Quality Monitoring · Smart Environments

## 1 Introduction

Water is a natural resource, indispensable for all life forms and ecosystems, acting on metabolic systems and climate balance. Most part of this element is concentrated in the oceans, leaving less than 1% of the total amount for human consumption [1][3]. It is estimated that by the year of 2025, 50% of the world's population will suffer with water scarcity [2][3].

Despite of being essential to sustain life, it is estimated by the World Health Organization (WHO) and the United Nations (UN) that more than 55% of the world's population do not have access to sanitation services, and around 40% of the global population suffer from clean water scarcity. The UN also estimates that lacking of these services is responsible for the annual death of more than 825,000 people, including 340,000 children under 5 years old. Moreover, it was

estimated that 80% of the world's wastewater returns to the ecosystem without treatment [1][3].

The procedures to treat and control physical and chemical characteristics of water varies with its applications, as human consumption, agriculture, aquaculture, among other applications of this natural resource [3][6]. The treatment process is expensive, time consuming and most part of the time the amount of chemical components applied to the treatment is greater than the necessary to attend the parameters of good quality. In many locations, this process is still performed manually [4][6].

With the technological evolution and the Internet of Things (IoT) paradigm, smart sensors and actuators can be interconnected, granting better experiences to the users and the automation of complex process. The interoperability among connected devices allows smart windows to close automatically when it is raining, and open if a gas leakage is detected by a smart gas sensor [7][8]. These systems can be applied to water treatment systems where sensors will collect data on the water quality and actuators will perform the treatment process and deploy the right amount of chemicals to grant the good quality, lowering the expenditures on the process [4][5].

This work presents an approach to control water quality in diverse situations, being adaptable to the desired application as water distribution systems, swimming pool management or aquaculture, for example. A prototype was developed to demonstrate the feasibility of the proposed solution in a lower scale. The system counts with sensors, actuators, a control unit and a modular wireless transmission unit that can be easily switched, allowing the solution to operate with other wireless protocols. Moreover, all the sensed data is transferred to the In.IoT middleware platform [9] in real-time, under a publish/subscribe architecture.

The remainder of this document is organized as follows. Section 2 brings the background on water quality and treatment systems and discusses related proposals available in the related literature. The proposed solution and its main features are introduced in Section 3. Section 4 presents the experiments that validate the proposed solution and discusses the obtained results. Finally, the conclusion of this work and future works suggestions are brought in Section 5.

## 2 Background and Related Work

Water reservoirs may suffer contamination, requiring appropriate procedures of treatment, to remove contaminants and avoid illness. The treatment process consists in four steps according with the American Centers for Disease Control and Prevention (CDC) [10]: Coagulation and Flocculation, Decantation or Sedimentation, Filtration and Disinfection.

The small particles on the water are removed by the coagulation and flocculation processes, which are consisted on the addition of chemical substances that generate larger particles from the smaller dissolved ones. The following step performs decantation of these larger particles to the bottom of the tank. Part of

the smaller particles are still dissolved in the water, which now passes through filters, removing them. Finally, the disinfection process removes parasites, bacteria and viruses from the water, with the addition of chlorine, ozone, heat or ultraviolet light.

In many countries, the analysis of water treatment and distribution facilities is manually made, with periodic collection of samples and laboratorial analysis, which is expensive and time consuming. The automated control of quality parameters ensures lower costs to the treatment of this resource and can reduce the treatment time due to the application of the correct amount of chemicals.

The main parameters used to classify the water quality are the color, turbidity, chemical levels and organic compounds [4][5]. The treatment includes reducing organic compounds and biological levels adding chlorine to water in levels that will not harm users. The chemical levels should be measured to decrease toxic components, as heavy metals and radionuclides. Moreover, distribution water must be colorless, with a potential of hydrogen (pH) in between 6 and 9 [2][4].

The research regarding water quality, treatment and security has been addressed on the proposal of new technologies for treating water, as the employment of solar energy [11] and nanomaterials [3]. For remote monitoring water quality, authors have addressed the application in diverse fields, as aquaculture, seawater and water distribution systems monitoring, although most part of the proposals are not IoT-based [12][15]. The study proposed in [12] focuses on the remote monitoring of sea water quality, through GPRS. The information on water temperature, salinity levels, conductivity, turbidity and biological indicators are stored in a database, helping biologists to be aware of changes on marine environments and to make the appropriate decisions. However, the system does not allow integration with other smart devices nor M2M communcations.

An aquaculture control and monitoring solution, capable of measuring the levels of dissolved oxygen, pH, temperature and the water level on the fish tanks was proposed and experimented in real scenarios by Simbeye and Yang [13]. The system counts with a water pump to be automatically activated when the dissolved oxygen levels are lower than a threshold. The collected information is transferred through ZigBee to a gateway, responsible to deliver the information to a computer directly connected by cable, other smart devices on the same context by the ZigBee protocol and to send the information to the users through a GSM module. Furthermore, the solution is not IoT-oriented as it does not connect to the Internet.

A ZigBee-based monitoring device to be installed in distribution pipelines was presented by Lambrou et al. [14]. The proposed sensor measures the water flow, temperature, conductivity, pH, turbidity and chlorine levels of the distributed water. Sensed data is stored in a database and could be used to warn the consumers through a mobile application or text messages. Despite of the chosen wireless protocol, this solution does not allow M2M communications nor the integration with other smart devices.

Geetha and Gouthami [15] have demonstrated a real-time sensor for water quality monitoring based on Wi-Fi. This system is capable of detecting the level of water, turbidity, conductivity and pH. The collected information is available at the Internet through the Ubidots platform. The authors have not specified the protocols used to transfer the information to this online platform nor the capacity of integration with other smart solutions on the same context.

## 3 Proposal and Prototype Construction

This paper proposes an IoT-enabled smart solution for water quality monitoring and treatment, mainly in reservoirs and distribution networks, although it can be easily adapt to any monitoring and/or treatment situation.

The water parameters to be measured by the proposed solution include the level of water, temperature, pH, and chlorine level. The controlling unit was designed with a Texas Instruments (TI) MSP430G2553, which will be referred to as MSP430. The MSP430 is a low-power micro-controller unit (MCU) that attends the entire project needs and it is widely used in low-power IoT applications. Furthermore, a pump with a filter and solenoid valves, to allow water entering the tank if the level is under the threshold and another to deploy chlorine were integrated on the presented solution.

The proposed solution was designed with the Wi-Fi (IEEE 802.11 standard) protocol to reach the Internet, as it is a ubiquitous technology, being present in almost all the places. The coverage of the wireless network can be extended, as the Wi-Fi module can act as a Wi-Fi repeater. The presented solution was also developed to perform machine-to-machine (M2M) communications over the In.IoT middleware [9] on a publish/subscribe scenario, using the MQTT protocol. The wireless transmission is made by a MCU node, which is low-cost microcontroller with a built-in Wi-Fi module (ESP-8266). The communication interface between the two MCUs was made through the Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) protocol.

The proposed solution is directly connected to the power grid, as the sensors and actuators would require an enormous battery bank, which would increase the solution's price. Moreover, it would require human intervention to replace the batteries, which is counter-intuitive to the IoT concept of minimal human intervention and it is not practical. Figure 1 shows the system architecture of the proposed solution.

The systems proposal considers three main components: sensing, actuating and controlling modules. The first is responsible for collecting data from the water; the second, to act according with the collected data, resulting in a better water quality; the latter is responsible to process the collected data, analyze the information to perform actions and to publish the data on the IoT middleware.

### 3.1 Sensing Module

To perform the measurements, four transducers were chosen, being capable of measuring the level of the water, pH, temperature, and chlorine level. The pH

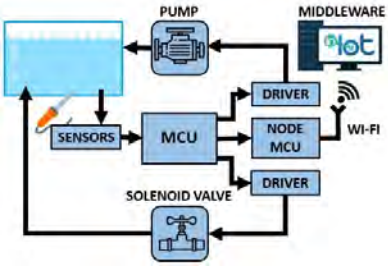



Fig. 1: Proposed system architecture.

transducer responds to water pH with an analog output. The output value is processed on the MCU, resulting on a value between 0 and 14, where the expected value for treated water is around 7. Acid solutions have lower values of pH, and basic solutions have higher values.

The oxidation-reduction potential (ORP) transducer is used to determine the level of chlorine in the water allowing the system to decide whether the water was treated and it is ready for distribution or if there is a need of adding chlorine through the actuation module. This transducer responds with an analog output and it needs to be calibrated with a fluid solution of potassium chloride (KCl) provided by the manufacturer.

The temperature transducer (DS18B20) communicates with the MCU trough the One-Wire protocol, returning the temperature value when it is called. This transducer allows the system to validate other measurements as the pH changes with the temperature. Moreover, it was compared with an analog mercury thermometer, showing a great precision.

The water level transducer has a digital output, where the output level is correspondent to the water level: the output level is digital low if the water is under the transducer level and digital high if the water reached or passed the maximum defined level. The employment of two or more of these transducers, in different levels, allows the systems administrators knowing if the reservoir supports more water or if a critical level was achieved warning users about possible water scarcity or floods.

### 3.2 Actuation Module

Water quality is dependent of the treatment processes, as previously described. In order to improve its quality, chemical products are administrated to the treatment tanks. The proposed solution counts with one chlorine dispenser, as this substance is broadly used to remove parasites, viruses and bacteria from the water. A liquid chlorine solution is dispensed on the water through a solenoid valve, which is activated by the analysis of the data collected by the ORP transducer. The solution is added in small volumes until the transducer detects an acceptable level of chlorine in the water.

Other solenoid valve is used to control the water level on the tank. If the water reaches the maximum level, it might be necessary to reduce the contained volume to avoid structural damages. One solenoid is then closed and no more water enters the reservoir until the water reaches an acceptable level. A physical filter performs the filtration process of the water where dissolved particles are removed, reducing the turbidity level. This filter can be periodically activated or activated through the data generated by the chlorine dispenser and the sensing module. The filter is attached on a water pump, which performs the oxygenation of the water and helps mixing the chlorine.

### 3.3 Control Module

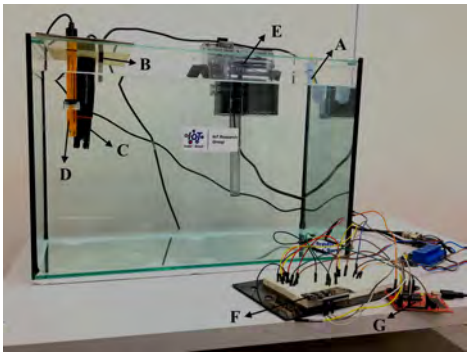
The control module is responsible for processing the sensed data, publish the information on the middleware and use it to make decisions in order to improve water quality. This module was designed with two microcontrollers, one responsible for data analysis and other to perform a wireless communication, which simplifies the development and construction, and allows the employment of any other available wireless protocol.

The T.I. MSP430 microcontroller performs the data collection and decision making, whereas the nodeMCU Wi-Fi module performs the wireless communication and publishes the information at the In.IoT middleware through the MQTT protocol. This IoT middleware solution uses the MongoDB database to store the sensed data. Other smart devices on the same context of this solution will receive the information through the middleware, using the MQTT protocol, independently of the employed layer 2 protocol.

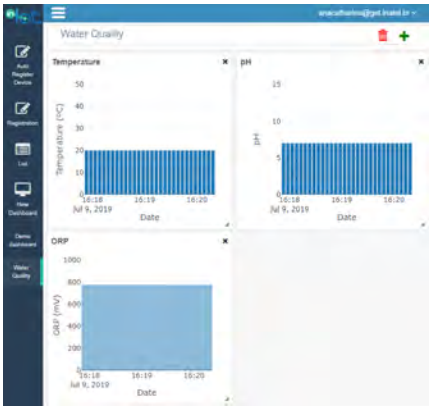
## 4 Evaluation, Demonstration and Validation

The proposed solution for water quality monitoring and treatment above described was evaluated, demonstrated and validated through the research methodology of case study using a prototype. It was developed according to the description provided in the previous sections and it was installed in a water tank to simulate the treatment process. Figure 2(a) shows the real prototype assembled on the tank, where: A is the water level transducer; B is the temperature transducer; C is the ORP transducer; D is the pH transducer; E is the water pump with a filter; F is the nodeMCU, and finally, G is the MSP430.

The solution was evaluated in three different controlled scenarios and thus validated. The first, fresh water was added to the tank and data was collected and transferred to the middleware. The second scenario, deionized water was added to the tank, the sensors collected data on this sample and the actuators were used to deploy chlorine until the acceptable level. Finally, in the last scenario, water with small particles was added to the tank and after data collection the water filter was automatically activated. Figure 2(b) shows the sensed data displayed in the web module of the In.IoT middleware.




(a) The proposed solution assembled on a small scale prototype.




(b) Sensed data displayed on the In.IoT middleware platform.

Fig. 2: Small scale built prototype and data being acessed through the In.IoT middleware plataform.

## 5 Conclusion and Future Works

Water is one of the most important natural resources to sustain life. Water degradation affects billions of people worldwide and it is estimated that half of the worlds population will suffer water scarcity by 2025. New technologies can be applied on the management and treatment of this important resource, following the Internet of Things paradigm, allowing users to be aware of the quality of the water they are consuming.

This paper proposed an automated solution to control water quality in reservoirs and distribution systems following an IoT approach. The solution includes sensors, actuators, a control unit and a wireless transmission unit. The data collected regarding water quality is available to other smart devices through the In.IoT, the chosen IoT middleware platform. The solution includes sensors, actuators and a control unit responsible for the transmission of the information. Users can verify the information on the water quality through the web. The actuation process is automatically made according with the data collected by sensing module. It is possible to observe from the experiments that the proposed solution is capable to adapt to any water treatment scenario, with any available communication protocol.

For future works, it is expected the integration of more sensors and actuators to the solution, allowing a better quality control on water distribution systems. The solution should be installed in real facilities, generating better experiences for users in Smart Cities and could be expanded for monitoring and controlling the quality in other environments as rivers, lakes and even oceans. The collected data on these systems could be available to the population, warning about water pollution in these environments, which are also used for recreational purposes,

and could increase the social responsibility in terms of water usage and water degradation.

## Acknowledgments

This work was supported by the National Funding from the FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia through the UID/EEA/50008/2019 Project; and by Brazilian National Council for Research and Development (CNPq) via Grants No. 431726/2018 − 3 and 309335/2017-5.

## References

1. U. Nations, The United Nations World Water Development Report 2017: Wastewater. UNESCO, 2017.
2. W. H. Organization and U. Nations, Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017. 2019.
3. W. Zhao, I.-W. Chen, and F. Huang, Toward large-scale water treatment using nanomaterials, Nano Today, June 2019.
4. K. S. Adu-Manu et al., Water Quality Monitoring Using Wireless Sensor Networks, ACM Transactions on Sensor Networks, vol. 13, no. 1, pp. 141, January 2017.
5. M. Pule, A. Yahya, and J. Chuma, Wireless sensor networks: A survey on monitoring water quality, Journal of Applied Research and Technology, vol. 15, no. 6, pp. 562570, December 2017.
6. J. Dong et al., A survey of smart water quality monitoring system, Environmental Science and Pollution Research, vol. 22, no. 7, pp. 48934906, April 2015.
7. A. Al-Fuqaha et al., Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications, IEEE Communications Surveys and Tutorials, vol. 17, no. 4, pp. 23472376, 2015.
8. J. Lloret et al. , An Integrated IoT Architecture for Smart Metering, IEEE Communications Magazine, vol. 54, no. 12, pp. 5057, December 2016.
9. Joel J. P. C. Rodrigues and Mauro A. A. da Cruz, In.IoT, Registry request of Computer Program in Brazil - RPC No. BR 512018051862-1, October 2018.
10. C. for D. C. and P. (CDC), Water Treatment, 2015. [Online]. Available: https://www.cdc.gov/healthywater/drinking/public/water_treatment.html. [Accessed: 19-Mar-2019].
11. Y. Zhang et al., Application of solar energy in water treatment processes: A review, Desalination, vol. 428, no. November 2016, pp. 116145, February 2018.
12. F. Adamo et al., A Smart Sensor Network for Sea Water Quality Monitoring, IEEE Sensors Journal, vol. 15, no. 5, pp. 25142522, May 2015.
13. D. S. Simbeye and S. F. Yang, Water Quality Monitoring and Control for Aquaculture Based on Wireless Sensor Networks, Journal of Networks, vol. 9, no. 4, pp. 617624, April 2014.
14. T. P. Lambrou et al., A Low-Cost Sensor Network for Real-Time Monitoring and Contamination Detection in Drinking Water Distribution Systems, IEEE Sensors Journal, vol. 14, no. 8, pp. 27652772, August 2014.
15. S. Geetha and S. Gouthami, Internet of things enabled real time water quality monitoring system, Smart Water, vol. 2, no. 1, p. 1, December 2016.

# Skills Match: how open data enable analysis of demand of non-cognitive skills in the labour market

Vera Pospelova[1], Luis Fernández Sanz[1], Manuel de Buenaga[1], Ana Castillo[1]

[1] Departamento de Ciencias de la Computación
Universidad de Alcalá (Spain)
vera.pospelova@edu.uah.es, luis.fernandez.sanz@uah.es, manuel.buenaga@uah.es
ana.castillo@uah.es

**Abstract:** Non cognitive skills (NCS) are considered a specific subset of the so-called soft skills focused on behaviours and attitudes. Employers and HR experts agree on their importance for employability, prioritizing this type of skills versus specific knowledge or skills for an occupation. Albeit its importance, the present scenario is hindered by the lack of homogeneity in terminology and concepts as well as the absence of widely used standards. The Skills Match project has contributed to solve this situation, firstly creating a solid NCS framework which, in the end, enables a new approach to analyse the demand of skills in specific occupations with open data from big EU initiatives like ESCO or OVATE. This new approach and the results of data analysis are presented in this contribution.

**Keywords:** non cognitive skills, soft skills, open data, demand, employability

## 1. Introduction

The importance of NCS (Non Cognitive Skills) comes from the high number of studies which correlate such skills with success in educational performance, employability, income and professional development or career e.g. (Brunello & Schlotter, 2011) or (Lindqvist, Erik & Westman, Roine, 2009). But also from the confirmation that "employers are less demanding of technical skills, considering them trainable, if candidates exhibit employability and soft skills, and positive attributes" (Newton, Hurstfield, Miller, Page, & Akroyd, 2005). Even more, the respondents interviewed by (Newton et al., 2005) emphasised the need for well-developed soft skills in applicants to openings: soft skills were linked, in employers' minds, with positive characteristics and attributes. The reports also refers to (Costin, G.P., 2002) as he claimed that hard skill performance is often dependent upon soft skill capacity, primarily because learning itself is a soft skill.

Albeit the importance of NCS, the field is hindered by the lack of a common terminology and skills names as well as loose descriptions: absence of widely recognized standards providing comprehensive catalogue of NCS or, at least, a widely agreed skills set accepted as reference. Reputed organisms, international projects as well as literally hundreds of research and literature contributions (see, e.g. (Lippman, Ryberg, Carney, & Moore, 2015b) with 385 studies and 2570 mentions to different skills) have proposed models, skill names, etc.: in fact, our Skills Match project

(presented in the next section) have worked to solve this situation as a first foundation for a correct analysis of NCS.

The consequence of this situation is that there is little agreement even on whether 'non-cognitive skills' is the right way to describe the set of issues under discussion; terms such as 'character skills', 'competencies', 'personality traits', 'soft skills', '21st Century skills' and 'life skills' are also widely used with other references like "socio-emotional skills," "transferable skills" or "21st-century skills" and one very well-accepted by experts: "behavioural skills". Even the name of NCS has been object of debate and analysis. However, for the purposes of our work, we have adopted the following definition of NCS: skills, behaviours, attitudes and personal qualities which enable a reflective ability of the individuals to effectively (Lippman et al., 2015b):

- react to and interact with their environment (social side)
- react to and interact with themselves (self-image, feelings and vision of the world)
- act and react to conditions and problems of their work when pursuing results (context and performance side), and
- to effectively apply thinking methods and abilities to work (methodological side).

With this definition, the Skills Match project has created a solid and detailed framework (the NCSF) to be the basis for the analysis of NCS in the labour market (see Section 3).

This paper is organized as follows: Section 2 presents the EU-funded project Skills Match while Section 3 details the NCS Framework created by the project and used as reference for all the analysis of demand of skills. Section 4 shows some of the results of demand of skills in the labour market proving the power of the adopted approached for working with Open Data. Finally, section 5 summarizes the conclusions and suggests some of the future research actions in the area.

## 2. Skills-match project

Skills Match is a project co-funded by European Commission Directorate General for Communications Networks, Content & Technology (DG CONNECT), under the grant agreement no. LC-00822001 (OKT2017). It began in June 2018 and will end in May 2020. The project's general objective is to develop and demonstrate a European-wide assessment and learning, guiding technology to help users to adapt their skill assets to the demands of labour market with support of NCS. The proposed solution will integrate the management of NCS with functionality for assessment and evaluation of skills, recommending actions to user for bridging the gap between their NCS profile and the one recommended for target occupations. Moreover, the solution will allow measuring NCS profile linked to open badges as recognition of learning and skills.

This paper will present our work in Work Package 2 and 3 of this project: they are connected to the work with NCS and the analysis of demand and supply of such skills in labour market. WP2 aimed to investigate the state of the art of NCS within the most relevant European and global frameworks, classifications and models: the goal is producing an operative unifying framework as basis of the project. WP3 pretended the analysis of demand of NCS in labour market in specific occupations as well as the supply of NCS through training opportunities like MOOCs.

# 3. NCS Framework

The prerequisite for effective work with the Skills Match project is a unifying framework for identifying NCS. As commented above, there is not a positive clear background for creating such model. The Skills Match NCS framework (NCSF) was finally developed to serve as basis for the analysis of demand of NCS in labour market. The process was long, with several steps and not exempted from problems (see Fig. 1).

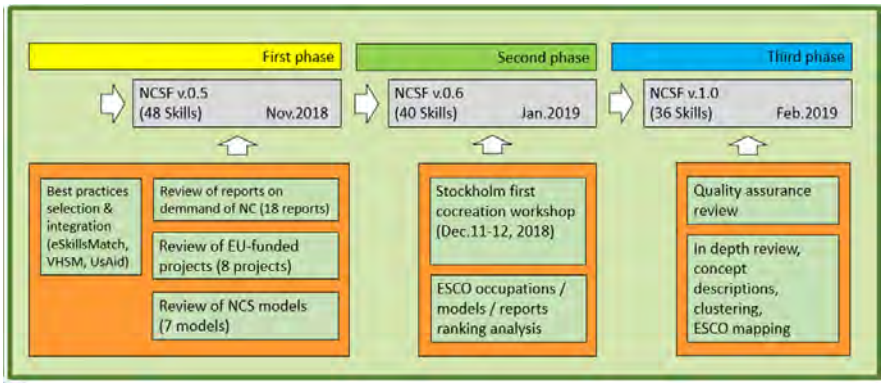



**Fig. 1.** NCS Framework developing steps.

## 3.1. Developing steps

The first phase entailed a search for relevant NCS models or frameworks as well as large review of reports providing some insight into which were the most common NCS, prioritizing those most frequently mentioned. The result was an initial version of the framework (v0.5) reflecting the results of the wide study of literature including EU projects, models and ESCO. The resulting structure of the NCSF included three levels:

1. The basic level based on a set of 48 skills determined from the matching of all skills mentioned in the above-mentioned set of models, projects and reports.
2. One upper level of skills groups inspired on the clustering scheme.
3. An informative top level of 3 large areas as a high-level visualization dimension.

In the second phase, comments from the co-creation workshop of the project were incorporated to the framework, integrating new measures of the relevance of NCS in models and ESCO. The new version (v0.6) of the framework was reduced to 40 skills.

The final delivered framework has been subjected to a quality assurance review to verify that best practices were followed, and existing standards were considered. In parallel, the applicability of the NCSF to the project use cases was also considered. The process led to the first version of our framework with 36 skills, considered a custom canonical framework of NCS. In summary, we considered the ESCO model in depth as a good practice model for the development of our NCSF complemented by a wide-ranging study of other existing models.

**Fig. 2.** NCS Framework developing steps

### 3.2. NCSF v 1.0

Once finished the third phase of NCS framework design, we obtained a total number of 36 NCS which can see in Fig 2. Each skill has associated some concept labels, named as *buzzwords*. These *buzzwords* aim to complement, define and find similar terms frequently used for each skill in different usual concepts. In total the NCSF includes more than 700 *buzzwords* for the 36 skills.

Along the development process, we tried to add relational structures as a way of adding an extra dimension to the NCSF. Figure 2 shows one fully developed relational structure of an informative nature, where we grouped the most closely related NCS into seven clusters and kept each NCS as part of one cluster only and we flagged only one key NCS as most representative for better understanding by users.

## 4. Soft skills demand analysis

### 4.1. Analysis of reports and literature

The first analysis of NCS demand was a meta-analysis reviewing other projects funded by EU dealing with NCS (as soft skills, behavioural skills or equivalent term). 8 EU relevant projects were selected from a total of 527 Erasmus+ projects. Apart from these projects we have collected information from 18 reports.

During analysis of the main reports, literature and models of NCS, one large study arose among them. The study of (Lippman et al., 2015b) represented the most systematic, transparent and broadest of all of them, as shown by the following facts:

- 385 literature and reports references were analysed: they included 2752 skills or predictors of NCS with an average of 7.15 skills per study.
- 66 models of NCS were compiled and presented in appendixes of the work (Lippman, Ryberg, Carney, & Moore, 2015a) with 539 mentions to NCS.

Using the mentions in literature to NCS, we have been able to create detailed statistics showing the preference of authors referred to specific skills. This information has enabled the creation of a ranking of skills referred to their popularity in specialized literature which is part of the final global ranking of NCS demand.

## 4.2. Survey on NCS demand

Although all the projects and reports about demand and supply of NCS were varied and solid, the project proposal included the collection of the direct feedback from experts using instruments like surveys. We structured this survey with sections such as personal details and questions on relevance and usefulness of NCS for employment, considering the structure of 36 NCS and 7 skill groups of the NCSF groups of the skills from the point of view of the respondent.

Once we structured our survey, we distributed it along the targeted profiles such as HR experts, recruiters and employers, etc. Final participation in the survey was 52 respondents from 8 countries. The survey allowed us to capture opinions on very relevant aspects on the NCSF framework: for example, the high importance given to NCS for workers' employability, both for junior persons and for seniors (> 6 year of experience). The respondents also valued the usefulness and the viability of developing and learning skills but much less convinced of it through online resources such as MOOC. Data from survey has been also used for the final ranking of NCS.

## 4.3. Open data

### 4.3.1. ESCO

ESCO (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations) is the European multilingual classification of Skills, Competences, Qualifications and Occupations. ESCO works as a dictionary, describing, identifying and classifying professional occupations, skills, and qualifications relevant for labour market and education and training. ESCO describes 2942 occupations and 13,485 skills linked to these occupations, in 27 languages. ESCO group occupations into ISCO-08 code groups with 4 digits on ISCO code for the narrowest group of occupations.

After analysing all the ESCO occupations, we determined which are closely linked to each of the 36 NCS of the NCSF, thus measuring the impact of each NCS in ESCO. We also used other open data portals to find relations between NCS and occupations. For example, the NCS "adaptability" relates to ESCO "adapt to change", specified as an essential in 319 occupations and as optional in 241, and to "deal with uncertainty", like a close match skill, linked to 76 occupations (essential) and to 33 (optional).

#### 4.3.2. OVATE

The Skills-OVATE (Skills Online Vacancy Analysis Tool for Europe) from CEDEFOP offers detailed information on jobs and employer skill demands as requested in online job vacancies. The recently available version presents data from more than 32 million of vacancies collected between 1 July 2018 and 31 December 2018. Thousands of sources are covered including private job portals, public employment service portals, recruitment agencies, online newspapers and employer websites.

**Table 1**. Percentage of occupations related to the NCS adaptability.

| Occupations for "adaptability" | % online vacancies for occupations with the NCS |
|---|---|
| Veterinarians | 97,10% |
| Geologists and geophysicists | 97,00% |
| Education methods specialists | 96,80% |
| Primary school teachers | 96,70% |
| Personal care workers in health services | 96,70% |
| Sports, recreation and cultural centre m.. | 96,70% |
| Social welfare managers | 96,70% |
| Regulatory government associate profes. | 96,60% |

According to (Cedefop, 2019) Ovate project used big data and machine learning techniques, working with large volumes of text in different languages to analyse job vacancies. Information on skills was based on the multilingual classification of ESCO.

Thanks to Ovate and to the previously determined link between NCS-ESCO, we could extract the percentage of occupations related to the specific NCS. When writing this document, Ovate only shows those ESCO skills mentioned in at least 5% of the total sample of job vacancies so data for some skills are not available yet: only 50% of the ESCO terms linked to our NCS have data. Moreover, Ovate presents data with ISCO group name of occupations, instead the single occupations within groups. The **Table 1** shows an example of groups of occupations where "adaptability" skill is very relevant with data collected from the Ovate portal for "adapt to change" occupations at the moment of writing this document.

#### 4.3.3. Web Scrapping

One of the projects' main interests is the collection of data from online available sources in an automatically or semi automatically way: in the case of the demand for skills, job portals represent an updated remarkable source of information. The Skills Match project has developed a web-scrapping algorithm to collect updated data on the presence of our 36 NCS skills in job ads. The portal selected for pilots was Indeed.com, very representative, with job ads from different countries and multiple languages as well as very friendly for scraping information (other portals have protection mechanisms to prevent data collection). The same algorithm is also capable of finding training resources related to each of the 36 NCS from a reputed repository of Massive Open Online Courses (MOOCs) offered by different providers such as Mooc-list.com.

| ESCO code | ESCO Preferred Label | accountability | adaptability |
|---|---|---|---|
| 2166 | technical director | 1 | 1 |
| 2431 | hospitality revenue manager | 1 | 1 |
| 1420 | tobacco shop manager | 1 | 0 |
| 2422 | housing policy officer | 1 | 1 |
| 3322 | commercial sales representative | 1 | 1 |
| 5249 | rental service representative in machinery | 1 | 0 |
| 4225 | customer service representative | 1 | 0 |
| 2423 | recruitment consultant | 1 | 0 |
| 3343 | administrative assistant | 1 | 1 |
| 2153 | telecommunications engineer | 1 | 0 |

**Fig. 2.** Results from identification of available occupations and their related NCS.

Basically, the algorithm uses ESCO occupations information and two processing techniques: term frequency-inverse document frequency and cosine similarity. These techniques help to find the most precise job vacancies related to each NCS according to two pieces of information: occupation title and description, which are compared to the reference of all the ESCO portal occupation titles and descriptions. The result is a matrix with the best matches found for each vacancy and NCS.

### 4.4. Global skills ranking

With the analysis of data from the mentioned sources of information, we have generated a global ranking of NCS, considering supply and demand of NCS and data collected from survey.

**Table 2.** Global ranking of NCS.

| Skill | Rank | Skill (cont.) | Rank (cont.) |
|---|---|---|---|
| communication | 1 | negotiation | 19 |
| teamwork | 2 | creativity | 20 |
| problem-solving | 3 | accountability | 21 |
| adaptability | 4 | respect for diversity | 22 |
| personal development | 5 | diligence | 23 |
| ethical behaviour | 6 | resilience | 24 |
| motivation | 7 | tenacity | 25 |
| self-control | 8 | entrepreneurship | 26 |
| organisation | 9 | customer focus | 27 |
| positive attitude | 10 | goal orientation | 28 |
| efficiency | 11 | conflict resolution | 29 |
| critical thinking | 12 | coaching | 30 |
| leadership | 13 | respect the environment | 31 |
| Initiative | 14 | strategic thinking | 32 |
| reliability | 15 | patience | 33 |
| self-management | 16 | manage quality | 34 |
| decision making | 17 | respect privacy | 35 |
| networking | 18 | motivate others | 36 |

As observed in **Table 2**, the top places in NCS ranking are for communication, teamwork, problem-solving, adaptability, personal development and ethical behaviour.

## 5. Conclusions

We have presented some of the main results of the Skills Match project where we have analysed large amounts of information on the demand and supply of NCS in the labour market. With our approach, we have identified the demand of NCS in occupations based on the analysis in global reports, projects and literature, surveys to employers, human resources experts and other interested parties, and information from employment portals and other EU sources of labour market like ESCO and OVATE. We have combined them with information on training opportunities for each NCS like MOOC and OER. It was possible thanks to the generation of a NCS framework to overcome the problem of terminology and standardization both in terminology and description of concepts in NCS. The framework allowed the unification of information from different sources to produce a global ranking of NCS mixing all the sources. The future research work will be the refinement of buzzwords to gain precision in the results collected by the web scrapping algorithm regarding the ESCO-NCS terms mapping.

## 6. Acknowledgements

This work has been co-funded by European Commission Directorate General for Communications Networks, Content & Technology (DG CONNECT), under the grant agreement no. LC-00822001 (OKT2017) under project Skills Match.

## 7. References

Brunello, G., & Schlotter, M. (2011). *Non-Cognitive Skills and Personality Traits: Labour Market Relevance and their Development in Education & Training Systems* (N.º IZA DP No. 5743; p. 46).

Cedefop. (2019). *THE SKILLS EMPLOYERS WANT!* (BRIEFING NOTE N.º ISBN 978-92-896-2763-4, doi:10.2801/79736). Recuperado de Cedefop website: http://www.cedefop.europa.eu/en/publications-and-resources/publications/9137

Costin, G.P. (2002). *Legitimate Subjective Observation and the Evaluation of Soft Skills in the Workplace*. Presentado en national training framework - training partnership and regional development, Albury, Australia.

Lindqvist, Erik, & Westman, Roine. (2009). *The Labor Market Returns to Cognitive and Noncognitive Ability: Evidence from the Swedish Enlistment* (N.º IFN Working Paper, No. 794).

Lippman, L. H., Ryberg, R., Carney, R., & Moore, K. A. (2015a). *Appendices for Key «Soft Skills» that Foster Youth Workforce Success: Toward a Consensus across Fields* (p. 121).

Lippman, L. H., Ryberg, R., Carney, R., & Moore, K. A. (2015b). *Key «Soft Skills» that Foster Youth Workforce Success: Toward a Consensus across Fields* (p. 56). df

Newton, B., Hurstfield, J., Miller, L., Page, R., & Akroyd, K. (2005). *What employers look for when recruiting the unemployed and inactive: skills, characteristics and qualifications* (Research Report N.º 295; p. 80). Institute for Employment Studies on behalf of the Department for Work and Pensions.

# La integración de las TIC mediante los entornos personales de aprendizaje y el uso social del dispositivo

Andres Ferez [1], Ana Jorgelina Repetto [2]
[1] Departamento de Tecnología, Departamento de Matemática [2]
Universidad Nacional de Cuyo Facultad de Educación (Argentina)
anferezevalu@gmail.com fliasabattini@gmail.com

**Resumen:** Este artículo, es el resultado de una investigación de Tesis de Maestría, contextualizada en el campo de la educación, enfocada en la enseñanza de las TIC (en las aulas de educación universitaria), se trata de una investigación que sigue el paradigma cuantitativo. Un informe de los resultados preliminares se encuentra publicado en el libro del X Congreso Iberoamericano de Educación Científica 2019, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias en Debate. Montevideo, Uruguay. Se ha utilizado una escala, con el propósito de estudiar el destino, con que los estudiantes universitarios, utilizan dispositivos de acceso a la información. Se realizó la validación de la escala mediante el proceso estadístico correspondiente. Como resultado de la aplicación del instrumento y mediante el análisis riguroso de los datos obtenidos, se ha podido verificar el supuesto que muestra un importante uso social de los dispositivos de acceso a la información. Los resultados obtenidos se encuentran por encima de las medias esperadas. Este trabajo de investigación se realizó con la finalidad de desarrollar una propuesta educativa que contemple esta utilización social del dispositivo. Al mismo tiempo que favorezca el nivel de integración de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje en las aulas de educación universitaria.

**Palabras clave:** integración de las TIC, uso social del dispositivo, estudiantes universitarios

**Keywords:** TIC integration, social use of the device, faculty students

## 1. Introducción

El presente artículo es resultado de una investigación de Tesis de Maestría en Educación Superior. El contexto de observación fue la Asignatura de Tecnología, en una Facultad de Educación.

En general, se ha observado en los estudiantes universitarios la falta de interés para integrar las TIC en el aula. Esta investigación puso el foco en el uso que los estudiantes hacen de los dispositivos de acceso a la información. Se parte del supuesto que los mismos realizan un uso únicamente social, por lo que se buscará además, diseñar y proponer una alternativa de enseñanza que favorezca la integración de las TIC en comunidades de aprendizaje.

Se piensa que esta investigación es relevante para la comunidad universitaria en donde está contextualizada.

Reig-Hernandez (2010) describe las comunidades de aprendizaje mediante redes, como puentes que permiten superar espacios entre lo que el alumno es y lo que puede ser. En este sentido (participación social) Dolors Reig (2012) constata cómo las nuevas tecnologías, facilitan el proceso de enseñanza y aprendizaje de comunidades, mediante las PLN (Personal Learning Networks) o redes personales de aprendizaje.

Se entiende que para poder crear verdaderos escenarios de enseñanza y aprendizaje, es necesario incluir en las propuestas pedagógicas para los estudiantes de Profesorado las "Redes Personales de Aprendizaje", teniendo en cuenta el uso social del dispositivo, pues esta combinación de "utilización y escenario de aprendizaje" podrían favorecer la integración de las TIC en las aulas y la vinculación de estas con su futuro rol docente.

## 2. Materiales y métodos

La presente investigación se ha abordado desde un enfoque cuantitativo, no experimental. Posee un diseño transversal, descriptivo y evaluativo. Se aplicó un instrumento de recogida de datos, realizando una prueba piloto. Con ella, se buscó identificar la necesidad de realizar cambios o ajustes en la escala. El colectivo hipotético lo conformaron los estudiantes de la Facultad de Educación. La unidad de análisis estuvo dada por el estudiante de primer año de la citada facultad.

Se definió la muestra, como no probabilística, de oportunidad (asistencia de los estudiantes a la clase de Tecnología). La muestra estuvo compuesta por 45 estudiantes de primer año de las distintas carreras de la Facultad de Educación.

Se relevaron datos sociodemográficos (sexo, edad de los estudiantes y pertenencia a las carreras de los Profesorados).

Además de conocer la disponibilidad del dispositivo, se recolecta información respecto de los usos que se da a los mismos.

El cuestionario se presentó a los estudiantes de los distintos profesorados de la Facultad de Educación de primer año, pidiéndoles que lo respondan. Utilizando la plataforma de servicios de Google, se recogieron 45 cuestionarios, que han sido utilizados para la medición de la escala. Se ha diseñado una estrategia que facilitó la inclusión directa de las respuestas de los alumnos en un archivo de datos de planilla de cálculo de Google Docs. Esto permitió el almacenamiento y re codificación de los ítems de manera automática, que posteriormente se exportaron al software SPSS. Versión 22. Adicionalmente se proyecta una investigación posterior que amplíe la muestra.

## 3. Los resultados

Se ha podido comprobar por medio de la recolección de los datos, que el 100% de los alumnos encuestados poseen al menos, un dispositivo de acceso a la información y que existe una mayor utilización del "uso social" del dispositivo de acceso a la información (sobre los demás usos relevados). Esta información se muestra en la Figura 1.

**Figura 1**. Uso del Dispositivo, Laboral y Social Fuente: Elaboración propia

En este apartado se describirán los resultados de las variables socio demográficas y de cada una de las utilizadas para medir el uso del dispositivo de acceso a la Información. En este sentido y como lo describe Hernandez Sampieri (2014):

> El investigador busca, en primer término, describir sus datos y posteriormente efectuar análisis estadísticos para relacionar sus variables. Es decir, realiza análisis de estadística descriptiva para cada una de las variables de la matriz (ítems o indicadores) y luego para cada una de las variables del estudio, finalmente aplica cálculos estadísticos para probar sus hipótesis. (Hernandez Sampieri et al., 2014, p.282)

En una primera etapa se describirá la muestra, según el número de hombres y mujeres, edad, carreras a las que pertenecen los alumnos, disponibilidad y uso de los dispositivos de acceso a la información de los que disponen.

En una segunda etapa, se detallaran lo resultados obtenidos de los ítems que conforman la escala. Respecto de la variable sexo, se obtiene que el 95,6% de la muestra es de sexo femenino y solo el 4,4% de sexo masculino. Esta característica de la muestra (mayor cantidad de alumnado femenino) se ha mantenido desde hace tiempo en la Facultad de Educación, respecto a su matrícula con el transcurso de los años.

Las edades de los alumnos de la muestra tienen una media de 23,4 años. En el siguiente gráfico se muestran las edades de los alumnos encuestados por intervalos. Se observa que la mayor parte (el 53,3%), está comprendida entre los 17 y 20 años. Lo dicho se muestra en la figura 2.

**Figura 2**. Distribución de las edades de la Muestra por intervalos

Como se puede apreciar en la figura 3, el 74% de los alumnos encuestados pertenecen a las carreras de Profesorado Universitario de Enseñanza en Nivel Inicial y Primaria, (47% y 27% respectivamente) con porcentajes menores para las carreras de Profesorado Universitario de Educación para Personas Sordas, Profesorado Universitario de Pedagogía Terapéutica en discapacidad Visual y Profesorado Universitario de Pedagogía Terapéutica en Discapacidad Intelectual.

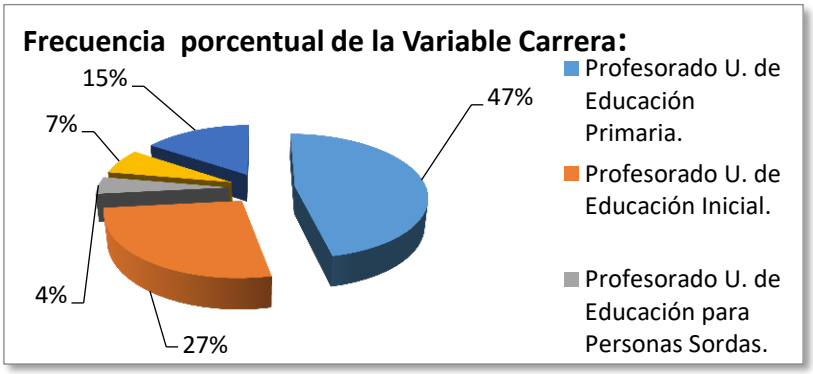



**Figura N° 3**. Porcentajes de pertenencia a las Carreras de los alumnos de la de la Muestra

El 100 % de los alumnos, tienen dispositivos de acceso a la información. Respecto al uso del dispositivo para Entretenimiento y Ocio: el 45% respondió que lo usa con este fin. En el ítem Estudio y Formación académica el 52% respondieron que utiliza el dispositivo para sus estudios y formación.

**Figura N° 4.** Uso del dispositivo Entretenimiento y Ocio, Estudio y Formación académica

Adicionalmente en el ítem que consulta el uso del dispositivo con fines laborales, el 38 % de los alumnos encuestados respondió que lo utiliza para la realización de trabajos específicos.

Respecto al uso social, llama la atención que el 72 % de los estudiantes de la muestra, haga un uso intensivo de su dispositivo de acceso a la información. Es decir un porcentaje muy elevado para fines sociales, respecto de los otros usos consultados: estudio, entretenimiento y laboral.

**Figura N° 5**. Uso del Dispositivo, Laboral y Social

## 4- Conclusiones

**El uso social del dispositivo, el trabajo colaborativo social, como forma de aprendizaje**

Como se ha mostrado, existe por parte de los estudiantes de la Facultad un alto uso social de los dispositivos de acceso a la información. Tal cual lo describen varios autores, estos deben ser recursos que permitan no solo transmitir puramente la información sino que además se desplieguen como un recurso educativo para ser amoldado a las requerimientos y características de cada alumno, formando verdaderos escenarios de enseñanza y aprendizaje. Desde esta perspectiva las TIC son recursos educativos solo cuando las mismas, se convierten en herramientas de colaboración participativa de docentes y alumnos dado que el aprendizaje es un hecho social.

Es necesario entonces una nueva visión para formular propuestas en las aulas de educación universitaria, que tengan en cuenta una forma de adquirir competencias de manera social y colaborativa por medio de las TIC y que les permitan a los estudiantes interesarse en cuanto al potencial que estas ofrecen, por medio del diseño y creación de contextos interpersonales.

El aprendizaje colaborativo desarrollado en un ambiente personal de aprendizaje en red, también apoya y facilita los procesos y dinámicas grupales. En este sentido, existe una evolución del entorno social y del conocimiento en donde las TIC conforman una parte fundamental. Así se puede expresar que hay trabajos que señalan que el aprendizaje colaborativo-social es una importante estrategia para adquirir conocimientos, resolver problemas, expresar pensamientos e ideas y desarrollar el propio aprendizaje.

Todo esto hace presente la necesidad de innovar, para presentar propuestas pedagógicas desde las aulas de educación universitaria, que permitan tener en cuenta el uso social del dispositivo. Pero a su vez se debe tener en cuenta que: para que esta innovación se produzca, deben darse una serie de condiciones, como la formación del profesorado en el uso e integración de las TIC y en la potencialidad pedagógica que la Tecnología Educativa tiene.

Atendiendo a estas ideas y como se ha observado, el reto consiste entonces en: por un lado, crear propuestas educativas que deberán proveer de competencias digitales, que garanticen la igualdad de oportunidades y por el otro, que permitan desarrollar habilidades que favorezcan el desarrollo del pensamiento crítico, estimulen la capacidad de auto-reflexión y que creen en el estudiante una conciencia de autonomía y autocontrol de los procesos de aprendizaje. Se rescata que se debe entender el aprendizaje como un hecho “social”, de construcción del conocimiento.

Es necesario entonces una nueva visión, para esto exponemos una propuesta didáctica en el aula, que tenga en cuenta una forma de adquirir competencias de manera social y colaborativa por medio de las TIC y que les permitan a los estudiantes interesarse en cuanto al potencial que estas ofrecen, por medio del diseño y creación de contextos interpersonales.

**La propuesta pedagógica alternativa**

El propósito de la mediación social por medio de comunidades de aprendizaje en red, es el de proveer un andamiaje para apoyar a los estudiantes a que aprendan juntos de manera efectiva. Este aprendizaje colaborativo propone la comunicación de ideas e información entre los alumnos, el acceso colaborativo de información y documentos y la retroalimentación de docentes y pares sobre las actividades de aprendizaje.

El aprendizaje colaborativo desarrollado en un ambiente personal de aprendizaje en red, también apoya y facilita los procesos y dinámicas grupales. Esto es claramente visible en los documentos colaborativos de la herramienta Google Doc´s por ejemplo, en donde cada alumno puede comentar sus dudas, integrar conocimientos y colaborar con otros por medio de los aportes de todo el grupo y de las guías de sus docentes. Pero, para la conformación de un PLN, Reig-Hernandez (2012), se precisa de una herramienta tecnológica de provisión de servicios hacia el usuario. Esta convergencia de servicios, puede entenderse por ejemplo, desde las prestaciones de "Google" entre los que existen sobre una misma cuenta: correo, video, geo localización, herramientas de traducción, motores de búsqueda, almacenamiento en la nube...etc. Es por intermedio de todos estos servicios orientados y dirigidos hacia el usuario (una red de servicios), que se hacen posibles estos entornos o comunidades de aprendizaje en red. Por lo que, además de tener en cuenta el aspecto colaborativo-social en esta nueva propuesta pedagógica hacia los profesorados, en lo instrumental, debe tener la provisión de una red de servicios que permitan al alumno beneficiarse del trabajo en una "comunidad de aprendizaje" que la contenga. De esta manera queda vehiculizada la propuesta pedagógica por medio de una comunidad de aprendizaje en red, mediante la herramienta tecnológica de provisión de servicios. Convirtiéndose en una plataforma válida para apoyar a los estudiantes en la integración de las TIC en el aula. Esto es claramente visible en la Figura N°6.

**Figura N° 6** Evolución del Entorno Tecno Social y de Conocimiento Fuente: Dolors Reig, 2012

Por otro lado el incentivo que moviliza el planteamiento y desarrollo de esta propuesta educativa para los profesorados de Educación, deviene del hecho significativo de la necesidad de acompañar y ayudar a proveer a los estudiantes,

futuros docentes de las carreras de la Facultad, de competencias digitales que están muy vinculadas con sus trayectos y ejercicios docentes futuros. Estas son competencias que necesitarán tanto para el desarrollo de las asignaturas dentro de sus trayectos de formación, como de las que serán imprescindibles en sus futuras prácticas docentes con alumnos que tienen dificultades o necesidades especiales.

Finalmente se entiende, desde este trabajo de investigación, que se expone la mediación social (vehiculizada por el uso social del dispositivo) a través de comunidades de aprendizaje en red, como medio válido de proveer un andamiaje para apoyar a los estudiantes a que aprendan juntos de manera efectiva, para una población de alumnos en una Facultad de Educación, en la provincia de Mendoza. Conformando de esta manera un aporte científico para aquellos docentes de los profesorados de educación que precisen de propuestas pedagógicas que tengan en cuenta los dispositivos de acceso a la información y su uso para permitir la integración de las TIC en las aulas universitarias.

## 5-Referencias:

1- Area Moreira, M. (2009). Introducción a la tecnología educativa: Manual electrónico. Recuperado de: http://libros.metabiblioteca.org/handle/001/415

2- Cabero Almenara, J. C. (1999). Tecnología educativa. Madrid: Síntesis. Recuperado de: http://mc142.uib.es:8080/rid=1JGRDVCYP-22JJ5G2-V10/Capitulo_Muestra_Cabero_8448156137.pdf

3- Ferez, A. (2019) Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias en Debate. Las Actitudes de los estudiantes de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional de Cuyo, hacia la integración de las TIC en el aula. En Actas del X Congreso Iberoamericano de Educación Científica Actas (recurso electrónico) (PP. 43-52) Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá, España. Recuperado de: https://drive.google.com/open?id=1PMQM4pfYGfftLLAn_25mxlfmOWyRuXuQ

4- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. Sexta Edición. México: Mc Graw Hill.

5- Januszewski, A., & Molenda, M. (2008). Definition: Definition and Terminology Committee of the Association for Educational Communications and Technology. In: J, A. Januszewski & M. Molenda (Eds.) Educational Technology: A Definition with Commentary, 2nd ed., (pp. 1-14). New York, NY: Lawrence Erlbaum Associates.

6- Reig, D., y Vilches, L. F. (2013). Los jóvenes en la era de la hiperconectividad: tendencias, claves y miradas. Madrid: Fundación Telefónica. Recuperado de: https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=2pbQCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA118&dq=reig++dolors+vilches+2012&ots=3d252j_MpL&sig=7inVJhnW75YYSfDWrhRWrdRnRlg#v=onepage&q=reig%20%20dolors%20vilches%202012&f=false

7- Reig-Hernández, D. (2010). El futur de l´ educació superior, algunes claus. REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació, 3(2), 98-113. Recuperado de: http://revistes.ub.edu/index.php/REIRE/article/view/reire2010.3.2327/2628

# Los Objetos Virtuales de Aprendizaje-OVA en la Educación Superior como estrategia formativa en la era digital. Una experiencia a partir del curso Introducción a la Administración

Sonia Janneth Limas Suárez[1]

[1]Escuela de Ciencias Administrativas y Económicas. Facultad de Estudios a Distancia
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia.
sonia.limas@uptc.edu.co

**Resumen.** La era digital ha conducido a verdaderas transformaciones en la educación superior como resultado de la revolución tecnológica, la informática y las telecomunicaciones aplicadas en los procesos de formación. En consecuencia, es habitual escuchar el término OVA, como un recurso digital con contenido educativo usado en procesos de formación mediados por las TIC; razón que motiva a realizar la evaluación del Objeto Virtual de Aprendizaje–OVA del curso Introducción a la Administración de los programas adscritos a la Escuela de Ciencias Administrativas y Económicas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, conocer el diagnóstico de este y recomendar la(s) acciones(s) que mejor apliquen para la operatividad de estos en los procesos de formación. Como resultado, la evaluación del OVA es buena, los estudiantes perciben un recurso facilitador e innovador en el proceso educativo generando interés en su desarrollo. Las acciones que mejor aplican en la operatividad de los OVA se centran en tres componentes: el componente técnico o de funcionalidad, el componente motivador o estético y el componente pedagógico en el área de conocimiento.

**Palabras clave:** Era Digital; Educación Superior; TIC; OVA; Administración.

## 1. Introducción

La era digital ha marcado un verdadero reto en los diferentes sectores de la sociedad, lo que ha conducido a cambios importantes y profundos de una sociedad que se mueve en entornos altamente competitivos y en un mundo globalizado. En educación superior, ha llevado a una verdadera transformación y modernización del sector, incursionando en nuevos roles, ambientes y medios de enseñanza – aprendizaje como resultado de la incursión de las Tecnologías de la Información y Comunicación – TIC en los procesos de formación, innovando en nuevas formas de enseñanza y transformando la educación.

Sin duda, la revolución tecnológica permea el sistema educativo, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) “tienen un rol fundamental en el acceso universal a la educación, la igualdad en la instrucción, la enseñanza y el aprendizaje de calidad, la formación de docentes, y la gestión, dirección y administración más eficientes del sistema educativo” (UNESCO, 2018).

En educación superior, es habitual escuchar el término OVA, traduce Objeto Virtual de Aprendizaje, especialmente en programas en metodología a distancia y/o virtual por parte de los docentes/tutores hacía los estudiantes. Corresponde a una herramienta utilizada como complemento en los procesos de enseñanza-aprendizaje con metodologías de educación alineadas con las TIC, y generada a través de plataformas virtuales.

Esta investigación es de carácter descriptivo, empírico y cuantitativo. Tiene como propósito realizar la evaluación del Objeto Virtual de Aprendizaje, en el curso Introducción a la Administración de los programas adscritos a la Escuela de Ciencias Administrativas y Económicas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, conocer el diagnóstico y recomendar la(s) acciones(s) que mejor apliquen para la operatividad de los OVAs en el proceso de formación.

El artículo se estructura en dos partes, la primera presenta el marco teórico respecto al término OVA, y el diseño metodológico de la investigación. En la segunda parte se muestran los resultados y hallazgos de la evaluación del OVA a partir del componente técnico o de funcionalidad, el componente motivador o estético, y el componente pedagógico en el área de conocimiento, así como el diagnóstico sobre el OVA y las acciones que mejor apliquen para una mejor operatividad de los mismos en los procesos de formación académica.

## 2. Marco Teórico

En la actualidad, los procesos de formación se caracterizan por la utilización de "tecnologías más sofisticadas y por la interacción directa entre el profesor del curso y sus alumnos mediante el computador conectado a una red telemática, el correo electrónico, los grupos de discusión y otras herramientas que ofrecen estas redes; el profesor interactúa personalmente con los estudiantes para orientar los procesos de aprendizaje y resolver, en cualquier momento y de forma más rápida, las inquietudes de los estudiantes"; bajo este contexto de formación opera la educación virtual o educación en línea (Ministerio de Educación Nacional, 2015).

La educación en línea se apoya en las Tecnologías de la Información y Comunicación, lo que ha transformando los sistemas tradicionales de educación, esto incluye nuevos cambios en roles, ambientes y medios; que irrumpen en esquemas de participación más interactivos y dinámicos (Padilla Beltrán, 2011, pág. 18). Todo esto vinculado a las transformaciones que en materia de educación han surgido, como consecuencia de la revolución tecnológica, de la informática y de las telecomunicaciones a partir de la evolución de la era digital.

Se manifiesta a través de una "verdadera revolución tecnológica que abarca internet, ordenadores, dispositivos, foros, chats, blogs, medios de comunicación, etc." (Ined21, 2015), mediados por las TIC transformando hábitos y espacios de formación. De esta forma, en educación a Distancia y/o virtual es habitual escuchar el término OVA por parte de los docentes/tutores hacía los estudiantes. En términos teóricos, se citan los siguientes:

La Universidad Nacional de Colombia (2016) los define como recursos virtuales que acercan a los participantes a un contenido académico de alguna disciplina de manera

articulada y organizada. La Universidad de la Sabana, afirma que es un conjunto de recursos digitales que puede ser utilizado en diversos contextos, con un propósito educativo (Becerra Márquez, 2010). Para Colombia Aprende (2017), es un mediador pedagógico que ha sido diseñado intencionalmente para un propósito de aprendizaje y que sirve a los actores de las diversas modalidades educativas.

Con base en las definiciones anteriores, se puede concluir que un Objeto Virtual de Aprendizaje – OVA, es un recurso en formato digital con contenido educativo de alguna disciplina, articulado y organizado para ser implementado en procesos de enseñanza aprendizaje; puede ser distribuido y accesado a través de internet mediante plataformas virtuales de aprendizaje, con el fin de ser usado en diversas modalidades educativas especialmente en entornos de aprendizaje virtuales, facilitando el aprendizaje de manera más interactiva y dinámica (ver figura 1).

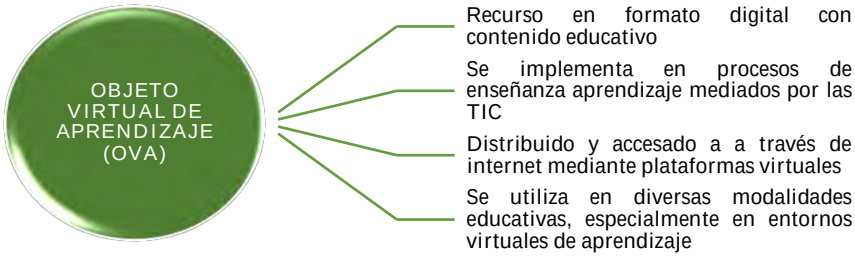



Figura 1 – Concepto de Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA)

Los Objetos Virtuales de Aprendizaje – OVA corresponden a material educativo a disposición del quehacer académico en programas de educación superior; son considerados recursos digitales que apoyan los procesos de formación, especialmente en programas estructurados en metodología a distancia y/o virtual. Sin embargo, son utilizados también en la metodología presencial, inclusive combina el desarrollo de actividades académicas presenciales y virtuales. Lo anterior, a partir de la revolución tecnológica, y las mediaciones de las TIC aplicadas al sector educativo como resultado de la era digital.

En síntesis, bajo el contexto de esta nueva era digital se puede visualizar cómo la interacción de diferentes tecnologías no sólo determina nuevos avances (Jódar Marín, 2018) en el ámbito educativo, sino que éstos evolucionan, cambian e innovan hacia nuevas formas de enseñanza – aprendizaje. Asimismo, con la implementación de los sistemas digitales y las nuevas tecnologías de la información "han permitido alcanzar logros importantes en cuanto a cobertura, infraestructura, evaluación de la calidad, conectividad y modernización del sector educativo en el país" (Limas Suárez, Jaimes Reyes, & Salazar Araujo, 2018).

En consecuencia, la educación virtual del siglo XXI se encuentra en la búsqueda permanente de generación de materiales y objetos de aprendizaje de alta calidad, la utilización apropiada de tecnologías de vanguardia representadas en propuestas educativas virtuales y en la innovación de los aprendizajes sin perder de vista la calidad educativa; también en la preparación para la competitividad que exige la internacionalización de la educación superior y la movilidad profesional (Garduño Vera, 2006, pág. 189). Los retos siguen siendo arduos, pero acordes a la innovación y desarrollo tecnológico de la época, a disposición del sector educativo y de formación.

# 3. Metodología

Para la presente investigación, se toma como referente de estudio, la evaluación del Objeto Virtual de Aprendizaje – OVA del curso Introducción a la Administración de los programas adscritos a la Escuela de Ciencias Administrativas y Económicas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia; estos programas son; Administración Comercial y Financiera (estructurado por ciclos propedéuticos), Administración de Servicios de Salud (estructurado por ciclos propedéuticos) y la Tecnología en Regencia de Farmacia. Se trabaja bajo el modelo de estudio descriptivo, empírico y cuantitativo; con una muestra de 140 estudiantes en Tunja y las seccionales de Duitama, Sogamoso y Chiquinquirá. El estudio se realiza en el primer semestre 2018.

La evaluación del Objeto Virtual de Aprendizaje, se realiza a partir de tres componentes: el componente técnico o de funcionalidad, el componente motivador o estético, y el componente pedagógico en el área de conocimiento.

El instrumento que se emplea para recoger la información es la encuesta, donde el estudiante se encuentra con una serie de afirmaciones con cinco opciones de respuesta, calificados a través de una escala tipo Likert. Para obtener la valoración de las afirmaciones correspondientes, se interpreta la calificación así (ver tabla 1):

Tabla 1 – Escala de evaluación

| CALIFICACIÓN | INTERPRETACIÓN |
|---|---|
| **5** | Excelente |
| **4** | Bueno |
| **3** | Normal |
| **2** | Regular |
| **1** | Baja |

# 4. Los Objetos Virtuales de Aprendizaje-OVAS en la Educación Superior como estrategia formativa en la era digital

La era digital se asocia con el desarrollo del internet y las tecnologías de la información y comunicación – TIC transcendiendo en los procesos de formación y en el entorno educativo. En materia de formación académica surgen los Objetos Virtuales de Aprendizaje – OVA. A continuación, se presentan los resultados de la investigación.

## 4.1. Resultados y discusión

Los OVAS, actúan como aliados en el proceso de formación en un área específica del conocimiento; están conformados por elementos y componentes claves según los fines académicos, facilitan la interacción y el dinamismo en los procesos de formación en torno a los avances tecnológicos del momento. Los elementos que integran un Objeto Virtual de Aprendizaje son (ver figura 2):

- Objetivos: corresponde a los propósitos de formación con el curso
- Contenidos: representa el conocimiento que se pretende adquirir y se centraliza en los temas que se van a desarrollar en el curso
- Actividades de aprendizaje: acciones que se propone sean desarrollados por los estudiantes y que conduzcan al cumplimiento de los objetivos del curso.
- Evaluación: verificación de los logros obtenidos con el desarrollo del curso en concordancia con los objetivos establecidos y el desarrollo de los contenidos.

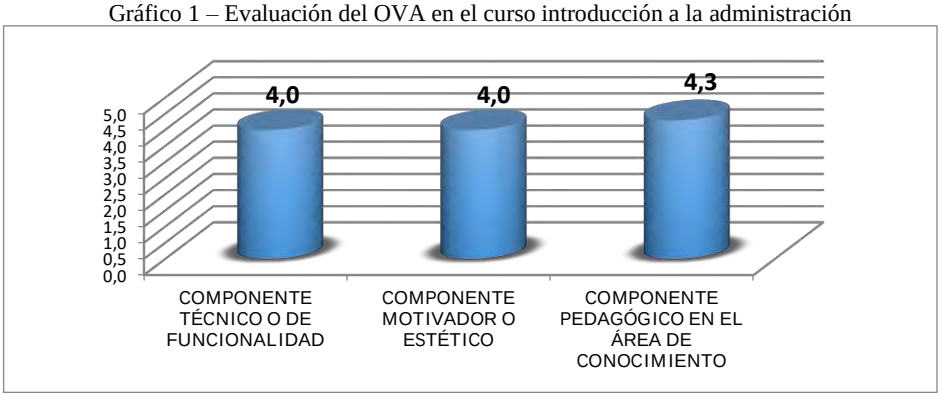
Figura 2. Estructura de un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA)

Asimismo, los OVAS están estructurados en tres componentes: componente técnico o de funcionalidad, el componente motivador o estético, y el componente pedagógico en el área de conocimiento (ver figura 2), los cuales se abordarán a continuación por ser referente importante en el momento de realizar la evaluación del OVA.

La investigación se concentra en realizar la evaluación del Objeto Virtual de Aprendizaje, en el curso Introducción a la Administración de los programas adscritos a la Escuela de Ciencias Administrativas y Económicas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

La evaluación se realiza a partir del componente técnico o de funcionalidad, el componente motivador o estético, y el componente pedagógico en el área de conocimiento, lo que permita conocer el diagnóstico sobre el OVA; y con base en esto, recomendar la(s) acciones(s) que mejor apliquen para una mejor operatividad de los OVA, en el proceso de formación académica.

Gráfico 1 – Evaluación del OVA en el curso introducción a la administración



Analizando la evaluación del Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA), por cada uno de los componentes de análisis, se encuentra que la evaluación obtenida para el componente técnico o de funcionalidad es de 4,0 representa una calificación buena, el componente motivador o estético una calificación de 4,0 representa una evaluación buena, y el componente pedagógico en el área de conocimiento de 4,3 representa una calificación buena según escala de evaluación (Ver gráfico 1).

Los resultados muestran mejor evaluación para el componente pedagógico en el área de conocimiento, respecto a la evaluación en el componente técnico o de funcionalidad y el componente motivador o estético.

- **Componente técnico o de funcionalidad**

Hace relación a los requerimientos para la implementación y el funcionamiento del OVA. Frente a este componente, es importante tener en cuenta criterios respecto a plataforma virtual, contenidos, actividades, foros, evaluaciones, canales de comunicación, guía de aprendizaje, entregas de actividades, navegación, apoyo técnico, y nueva tecnología.

Por los resultados obtenidos, este componente debe permitir en el estudiante la facilidad en la navegación y el uso de la plataforma virtual, el acceso a los contenidos del curso, también el manejo y la operatividad de herramientas sincrónicas (chat) y asincrónicas (foros, mensajería), la disponibilidad de actividades y el desarrollo de las evaluaciones. A nivel técnico se debe contar con servicio de apoyo operativo a usuarios, acceso y uso de los canales de comunicación del curso y velocidad en acceso y navegación por la plataforma virtual.

- **Componente motivador o estético**

Hace referencia a la presentación, organización y apariencia del curso. En este componente se evalúan los siguientes criterios; diseño del curso: contenidos, actividades, foros y evaluaciones; videos: calidad en sonido y videos; material multimedia; y apariencia o estética del curso.

A partir de este componente, se debe generar en los estudiantes impacto visual en el diseño del curso, en el diseño de contenidos y de actividades; también, en el material multimedia, calidad en sonido y videos de manera que con lleve a la motivación, atractivo e interés a partir de la apariencia del curso.

- **Componente pedagógico en el área de conocimiento**

Incorpora herramientas que conduzcan a enriquecer el aprendizaje, aborda objetivos, contenidos, actividades, foros y evaluaciones.

Este componente fue el mejor evaluado por los estudiantes, representa el componente con mayores fortalezas en comparación con los anteriores. Este componente debe permitir en los estudiantes que los contenidos y las actividades se adecuen a los usuarios, dónde el volumen de información sea suficiente según los objetivos por tema, contar con contenidos actualizados y temáticas presentadas en forma clara y precisa. Asimismo los foros, actividades y evaluaciones deben ser acordes a los objetivos y contenidos del curso a fin de que faciliten el proceso de enseñanza aprendizaje. El curso debe ser innovador en contenidos, actividades y métodos de evaluación generando interés como herramienta de aprendizaje; finalmente la evaluación debe permitir verificar el cumplimiento de los objetivos del curso.

### 4.2. Acciones que mejor aplican en la operatividad de los Objetos Virtuales de Aprendizaje–OVA como estrategia formativa

A partir de los resultados obtenidos en la presente investigación, las acciones a tener en cuenta para una mejor operatividad de los Objetos Virtuales de Aprendizaje–OVA como estrategia formativa se centran en:

**COMPONENTE TÉCNICO O DE FUNCIONALIDAD:**

Tener facilidad en el uso de la plataforma por parte de los estudiantes, a fin de que encuentren con facilidad los cursos; contar con la velocidad en conexión, acceso y navegación por la plataforma; facilitar el acceso a los contenidos del curso; facilitar la disponibilidad y navegación de las actividades del curso donde el estudiante encuentre con rapidez las actividades a desarrollar, las actividades pendientes y de las que ya se presentaron; enriquecer el manejo y operatividad de los foros; mantener el buen funcionamiento operativo en el desarrollo de las evaluaciones.

De igual forma, hacer usos de los canales de comunicación del curso (chat, mensajes, etc.), debe ser un canal de contacto frecuente con el estudiante. Asimismo, implementar la posibilidad de que los mensajes enviados a los estudiantes por plataforma puedan ser recibidos directamente al E-mail institucional o tener vínculo directo con su celular para notificaciones de actividades. Igualmente, poder enlazar mensajes enviados en plataforma con redes sociales, por ser éstas de mayor consulta por los estudiantes. Propender por la modernización tecnológica, implementar nueva tecnología, nuevas versiones en plataformas e internet banda ancha.

**COMPONENTE MOTIVADOR O ESTÉTICO:**

Mantener la motivación, el atractivo y generar el interés en la apariencia del curso, implementando plantillas interactivas que resalten la apariencia del curso, y al tiempo soporte la operatividad y la velocidad de navegación por el mismo. Asimismo, sobresalir en el diseño de los contenidos: texto, gráficos, imágenes, estructura del curso para un mayor impacto visual.

**COMPONENTE PEDAGÓGICO EN EL ÁREA DE CONOCIMIENTO:**

El curso debe ser innovador en contenidos, actividades y evaluación; los contenidos y las actividades se deben adecuar a los usuarios, el volumen de la información debe ser suficiente de acuerdo a los objetivos del curso; debe existir coherencia entre los objetivos, las actividades, y las evaluaciones. Finalmente, las actividades y las evaluaciones deben facilitar y fortalecer el proceso enseñanza aprendizaje, esto a fin de que el curso genere interés como herramienta de aprendizaje.

## 5. Conclusiones

En la evaluación realizada del Objeto Virtual de Aprendizaje en el curso Introducción a la Administración, su calificación es buena según escala de evaluación,

los estudiantes encuentran en este un recurso facilitador e innovador en el proceso educativo, generando interés en su desarrollo.

Las acciones que mejor aplican en la operatividad de los Objetos Virtuales de Aprendizaje–OVA como estrategia formativa se centran en tres componentes: el componente técnico o de funcionalidad, el componente motivador o estético y el componente pedagógico en el área de conocimiento.

Se espera que este estudio, sea la base para plantear mejoras en Objetos Virtuales de Aprendizaje – OVA, en procesos de formación académica en otras áreas del conocimiento, cursos y programas de formación académica. Esto permitirá, identificar, medir y plantear acciones tendientes a fortalecer los procesos de formación académica que afecten el proceso enseñanza aprendizaje y la innovación en procesos académicos.

## 5. Referencias bibliográficas


Becerra Márquez, C. V. (6 de octubre de 2010). *OVA: Objeto Virtual de Aprendizaje. Biblioteca Octavio Arizmendi. Universidad de la Sabana.* Recuperado el 5 de junio de 2017, de https://bibliosabana.wordpress.com: https://bibliosabana.wordpress.com/2010/10/06/ova-objeto-virtual-de-aprendizaje/

Colombia Aprende. (1 de junio de 2017). *Nuevas formas de enseñar y aprender*. Recuperado el 10 de mayo de 2017, de http://www.colombiaaprende.edu.co/: http://www.colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/article-58550.html

Garduño Vera, R. (julio-diciembre de 2006). Objetos de aprendizaje en la educación virtual: una aproximación en bibliotecología. *Revista Investigación Bibliotecologica. Universidad Nacional Autónoma de México, 20*(41), 161-194.

Jódar Marín, J. Á. (febrero-abril de 2018). La era digital: nuevos medios, nuevos usuarios y nuevos profesionales. *Revista Razón y Palabra*(71).

Limas Suárez, S. J., Jaimes Reyes, A. M., & Salazar Araujo, E. J. (2018). La educación virtual en los programas de educación superior en el área de administración, Colombia - 2018. En A. Journals, *Compendio de Investigación* (págs. 1337-1343). Chetumal, México: Academia Journals.

Ministerio de Educación Nacional. (20 de noviembre de 2015). *Educación virtual o educación en línea* . Recuperado el 13 de Mayo de 2017, de http://www.mineducacion.gov.co: http://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-196492.html

Padilla Beltrán, J. E. (21 de enero de 2011). La educación virtual en Colombia: la implementación de las TIC en la educación superior. *Revista Academia y Virtualidad, 4*(1), 6-21.

UNESCO. (2018). *Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la Educación. Organización de la Naciones Unidad para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. Obtenido de http://www.unesco.org/: http://www.unesco.org/new/es/havana/areas-of-action/education/tic-en-la-educacion/

Universidad Nacional de Colombia. (30 de junio de 2016). *Objetos virtuales de aprendizaje.* Recuperado el 4 de junio de 2017, de http://lea.unal.edu.co/: http://lea.unal.edu.co/objetos-virtuales

# La transición de las bibliotecas a los compendios digitales, ObservaTlachco, un espacio de reflexión estudiantil

Jesús Librado Tapia Valladares[1]

[1]Escuela Secundaria Técnica No. 309 "Tlachco"
Secretaría de Educación Guerrero, México
trukson1@yahoo.com.mx

**Resumen.** El presente artículo está enfocado en el manejo de una integración adecuada de las habilidades digitales que debe tener desarrolladas un alumno en educación básica con las aptitudes básicas de un educando en un aula de clases, esto es, aprender a relacionar lo que están aprendiendo en las diferentes materias o asignaturas con las funciones que pueden ampliar con el uso de alternativas como lo es la web 2.0 en un contexto de corresponsabilidad, colaboración, respeto y criticidad. Hablar de destrezas básicas comprende que el ser humano pueda emplear el lenguaje de manera óptima para dar a conocer sus sentimientos, pensamientos, ideas, de manera oral o escrita; de lo anterior se desglosa que después de numerosas investigaciones dentro del ámbito educativo formal, una de las mayores deficiencias es la poca o nula comprensión lectora en los estudiantes de los niveles de educación básica, la cual comprende el preescolar, la primaria y la secundaria. De esta manera, con la ausencia descrita los jóvenes no alcanzan a desarrollar esa competencia comunicativa no obstante tengan a su alcance elementos tecnológicos como lo son tabletas, teléfonos móviles o computadoras portátiles, que les allegan formas innovadoras de leer un libro, comentarlo, recomendarlo y con esto estar reforzando en primer lugar su discernimiento y posteriormente una redacción fluida, por lo que tomando estudios a priori en los cuales se emplearon elementos de internet como lo son los foros y los blog, se plantea el uso de un observatorio digital, llamado ObservaTlachco, que concatene lo que están aprendiendo los estudiantes con las habilidades básicas de pensamiento, el aspecto crítico y las estrategias digitales inmersas en él.

**Palabras clave:** Observatorio digital, web 2.0, comprensión lectora, habilidades digitales, colaboración.

## 1. Introducción

Uno de los aspectos más desfavorecedores en las aulas en la actualidad es la falta de comprensión lectora, algo que sucede de manera regular en Latinoamérica, pues con numerosos estudios se ha entendido "que falta aún mucho por hacer para ofrecer a todos los estudiantes las oportunidades mínimas de desarrollar niveles aceptables de

comprensión lectora y las competencias de escritura para participar de forma eficaz en diversas instituciones sociales"[1], así lo anterior se puede volver tedioso o cansado cuando solamente se pide la lectura de un determinado libro, sin considerar los gustos de los educandos, sus necesidades previas a la tarea asignada y de esta manera se vuelven retahílas sin sentido para los aprendices de lector. Aunado a lo anterior, el desdén que en ocasiones se presenta por los dispositivos electrónicos o la aversión por el consabido mal uso de ellos no ha alcanzado una comunión entre ambos aspectos; visualizar la forma en que la tecnología puede contribuir a esta faceta desprotegida implica más allá de simplemente utilizar aplicaciones que tomen dictado o lean libros por las personas, involucra comprender los aspectos que componen un observatorio digital, sobre todo, en los alumnos objeto de esta investigación, jóvenes entre los 12 y 15 años.

La gran mayoría de los seres humanos tienen acceso a una red global con dispositivos que poco a poco se han venido abaratando gracias a la competencia entre productores, de acuerdo con lo observado en la figura 1, esta adquisición se hace notable y beneficia a los sectores que se encuentran en los espacios áulicos, una estadística que bien puede representar aspectos negativos o positivos según la directriz que se le presente.

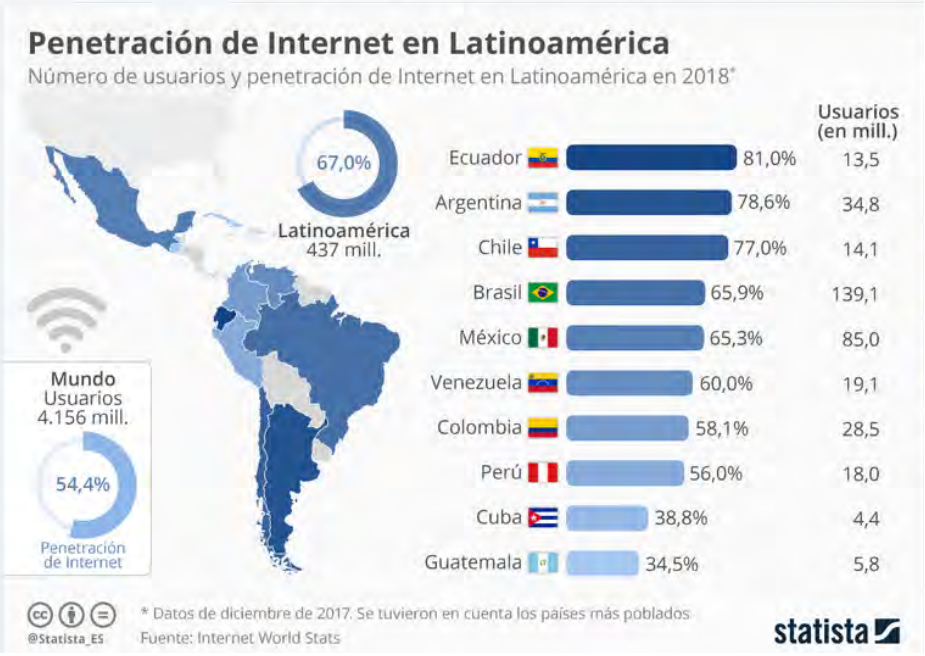



**Fig. 1.** La penetración de Internet en Latinoamérica (2018) [2]

Ahora bien, convertir las expectativas negativas sobre la inmersión del Internet en los hogares y las escuelas se obtendrá de las estrategias y/o metodologías que para este fin se diseñen y direccionen con el uso crítico de la tecnología, enfundados en un contexto de la web 2.0, desde el uso que menos formal consideren los estudiantes están realizando de ello y se haga atractivo para su complemento; como ya mencionado, en

investigaciones anteriores, se han implementado estrategias didácticas que dejan de ser privativas para una sola materia, tienen la facilidad de poderse adaptar a cada una de ellas pasando desde las lenguas maternas, extranjera, matemáticas, artes, ciencias y tecnologías; el reto es hacerlo innovador para que los educandos se apropien de la idea, contagien a sus compañeros y entonces ésta se multiplique.

## 2. ObservaTlachco un espacio de reflexión

Atender la comprensión lectora ha necesitado de diferentes estrategias y desde diferentes ópticas, desde cafés literarios pasando a préstamos de libros, entre otros, con resultados poco halagadores para los sistemas educativos y los docentes en general, no considerando únicamente a los de la lengua materna, más allá todos requieren de una adecuada transmisión de los códigos a imágenes significantes para los estudiantes lo cual representa que el método y el medio fueron eficaces para ellos; dentro de los espacios que nos permite la web 2.0 y a partir de lo que se realiza en las redes sociales tales como Facebook e Instagram pueden permitir que los educandos puedan migrar lo que hacen de manera informal hacia un punto que además de una adecuada comprensión fomente el gusto por la lectura, selección y redacción de los temas que se encuentran abordando en sus aulas.

La referencia de las redes sociales se sitúa a partir de las publicaciones que diariamente se encuentran realizando; sin la especifica necesidad de tratar un tema, se hace por curiosidad o por el gusto de enseñar donde se encuentran, que es lo que realizan, con quien están y con ello experimentan con las herramientas que les brindan este tipo de plataforma; el punto específico del objeto de estudio se estancaría en esta faceta pues no hay un guión específico para su representación y análisis, no obstante, es el detonante para la participación de los adolescentes en espacios predeterminados y con el cuidado adecuado que permita una sana retroalimentación y aprendizaje significativo. Como facetas negativas de lo anteriormente descrito se encuentra la alteración del propio lenguaje, el cual no nos permitiría alcanzar lo que se planteó en un principio, una comprensión lectora adecuada, dinámica y amigable con los estudiantes pues al hacer uso de redes sociales se genera una propia derivación de la lengua escrita, complementada con mnemotécnicos y emoticones que a lo largo de su desarrollo también generan una cultura propia pero no adecuada para el espacio formal de la escuela.

En estudios a priori realizados en la Escuela Secundaria Técnica número 309 “Tlachco” en una experiencia con los blogs y foros en la lengua extranjera se pudo observar que los alumnos pueden adoptar una actitud positiva y coherente con las indicaciones que se les dan, esto es, desarrollar temáticas seleccionadas y con creatividad generar intercambios virtuales de lectura y redacción, con una retroalimentación que los propios estudiantes pueden brindar a sus compañeros, en este preciso espacio es donde nace la inquietud de proporcionar una plataforma donde no solo se tomen cuestiones de la lengua diferente a la materna, parteaguas de esta investigación, considerando ya entonces en primer lugar el español, para ser atendido

por todas las demás materias, con la participación activa de los docentes y los alumnos. En la figura dos, tres y cuatro se puede ejemplificar la colaboración entre pares.

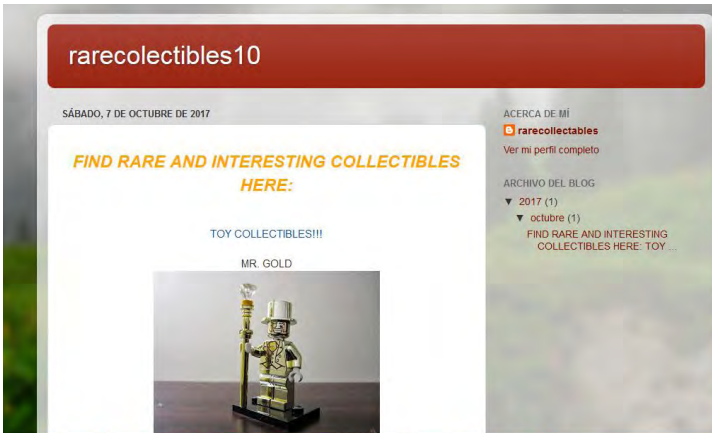



**Fig. 2.** RareColectibles, blog dedicado a tareas específicas en inglés [3]

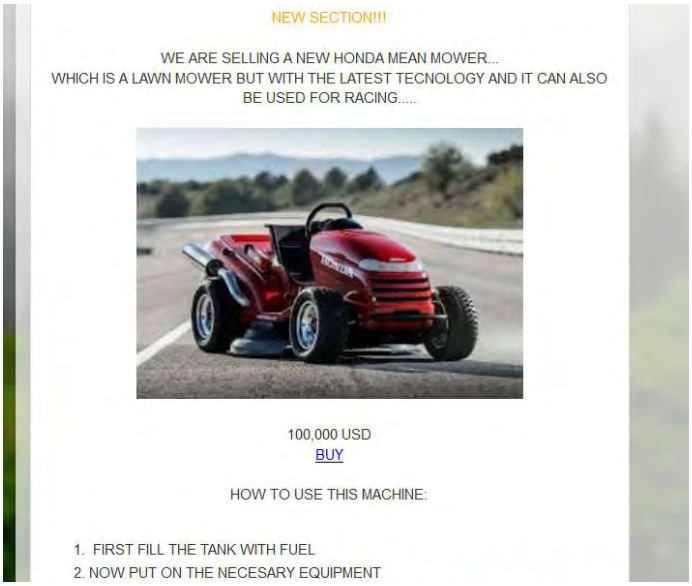



**Fig. 3.** Actualizaciones, en equipo de las indicaciones en clase [4]

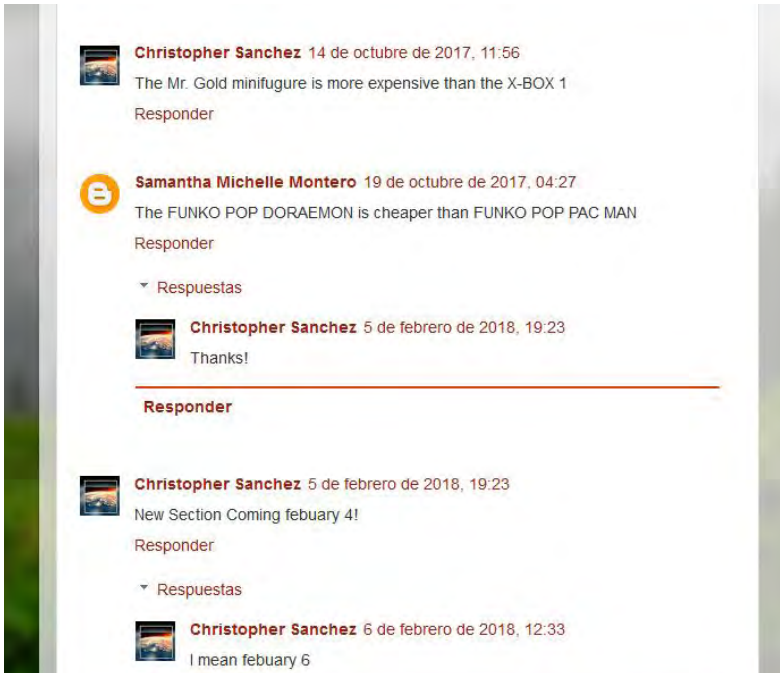



**Fig. 3.** Espacio de intercambio escrito entre pares [5]

De esta manera, se tienen los elementos cualitativos como diagnostico de los alumnos donde se percibe pueden trabajar con otro aspecto, el observatorio que en este caso se ha nombrado ObservaTlachco; conceptualizándolo y de acuerdo con Ortuño, quien señala que éste es un punto de mira, un punto de enfoque, una atalaya digital, desde la cual se observa un objeto o una situación, al mismo tiempo, se le concibe como un mecanismo de monitoreo de tendencias detectables en su ámbito de observación[6]. Por lo tanto, es una faceta que los estudiantes enfrentarán en su formación posterior y a que a la edad que ostentan pudiera considerarse como no adecuada sin embargo la idea fundamentada en esta investigación propone inhibir y fomentar las competencias comunicativas, de lectura y digitales; con la participación de ellos para recibir la información que será publicada y su análisis a conciencia se estarán involucrando en una comprensión lectora sin darse cuenta, de forma intrínseca y participativa, pues es la edad (12 a 15 años) en que los roles que asumen están vinculados enormemente con la función del docente y les gusta coevaluar a sus compañeros, lo cual para evitar aspectos negativos, se tendrá que realizar brindando retroalimentación.

Para Pellegrini Filho existe un nuevo modelo de producción del conocimiento, donde la identificación del problema y la investigación para la solución se hacen a través de una compleja interacción entre especialistas y otros actores organizados en redes de colaboración[7]. A partir de esto se determina que una inteligencia colectiva puede ser fomentada a partir del concepto de observatorio, de la mano de los docentes y con la participación de todos los estudiantes. Hasta este punto como estudio descriptivo

exploratorio se han obtenido los resultados que pueden catapultar la segunda parte de esta investigación durante el ciclo escolar 2019 – 2020.

## 3. Conclusiones

Los alumnos de la Escuela Secundaria Técnica "Tlachco" han participado en actividades que involucran el uso de las tecnologías de la información y la comunicación para dar a conocer sus ideas, pensamientos y sentimientos, tienen un acercamiento a las tecnologías de la información y la comunicación como la gran mayoría de los adolescentes, situación que se puede volver más productiva si esta acción se puede encaminar para generar conocimientos colectivos y/o colaborativos a partir de una selección de los temas que ellos están atendiendo en las materias de la currícula vigente; en un primer esbozo de este estudio se ha concluido que se puede realizar un observatorio digital pues se cuenta con las habilidades que para este fin se requieren, el segundo punto que comprende la comprensión lectora, ésta puede ser desarrollada cuando formados en equipos de cinco integrantes tienen que evaluar los escritos de sus compañeros considerando las cuestiones de léxico y gramática para aprobarlas y publicarlas con lo que es un espacio de acercamiento a este ámbito literario en un sentido espontáneo e inconsciente pues no se les comunicará que están atendiéndola pero si que están contribuyendo a un sitio donde podrán investigar y conocer las temáticas vigentes, como el antecedente teórico descriptivo se considera alcanzar los considerandos necesarios para comenzar con la etapa de aplicación en Internet, consiguiendo la situación operativa en espacios de almacenamiento que no sean onerosos para la institución y con los dominios que se dedican a la educación, de esta forma a su corta edad, los estudiantes tendrán una responsabilidad para con la generación de conocimiento en relación a su experiencia.

## 4. Referencias


1. Reimers, F; Jacobs, J. (2016). *Leer (comprender y aprender) y escribir para comunicarse. Desafíos y oportunidades para los sistemas educativos*. Fundación Santillana, España. 2016
2. Moreno, G. (2018). *¿Cuántos usuarios de Internet hay en América Latina?*. https://es.statista.com/grafico/13903/cuantos-usuarios-de-internet-hay-en-america-latina/ (Consultada el 17 de Agosto de 2019).
3. http://rarecolectibles10.blogspot.com/2017/10/ (consultado el 18 de agosto de 2019).
4. http://rarecolectibles10.blogspot.com/2017/10/ (consultado el 20 de agosto de 2019).
5. http://rarecolectibles10.blogspot.com/2017/10/find-rare-and-interesting-collectibles.html#comment-form (consultado el 22 de agosto de 2019)

6. Ortuño. C. (2006). "*Observatorios, una mirada exploratoria", Primer taller El observatorio como herramienta para la gestión de la información y el conocimiento*. Caracas (Venezuela). 2006
7. Pellegrini, F. (2004). *La inteligencia colectiva*. https://inteligenciacolectiva.bvsalud.org/channel.php?channel=18content=5

# Resolução de problemas abertos: uma proposta para o ensino de física quântica

Giovana Espíndola Batista[1]; Jorge Rodolfo Silva Zabadal[2]; Ederson Staudt[3]

[1]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul- rio- grandense , RS, Brasil
giovanabaista@caqueadas.ifsul.edu.br

[2]Departamento Interdisciplinar
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil
jorge.zabadal@ufrgs.br

[3]Departamento Interdisciplinar
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil
edereson.staudt@ufrgs.br

Resumo: Este trabalho tem por objetivo produzir uma estratégia metodológica para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes em relação aos seus estudos sobre física quântica. Assim, busca-se o aperfeiçoamento de algumas habilidades, como: investigar, interpretar, resolver e formular problemas. Pretende-se contribuir para a aprendizagem significativa e estimular a mudança de atitude dos alunos a respeito da construção de sua própria aprendizagem. Metodologicamente, foi realizada uma sequência didática para a resolução de problemas abertos, com a abordagem dos conceitos de física quânticarelacionando-os aos avanços tecnológicos. A proposta foi desenvolvida em uma turma de 3º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual situada em Porto Alegre - RS. Dentre os resultados obtidos pode-se destacar a maior participação em aula, autonomia para realizar investigações e trabalhar em grupo, discernimento para interpretar questões mais complexas. Em razão disto, conclui-se que a metodologia contribui para desenvolver as habilidades pertinentes ao ensino da Física.

Palavras-chaves: Resolução de problemas abertos, ensino de Física, Física Quântica.

## 1. Introdução:

Sabe-se da dificuldade dos alunos nas disciplinas de Física e Matemática, pois os índices educacionais apontam para o baixo rendimento dos estudantes e a elevada taxa de reprovação nestes componentes curriculares. São muitos os fatores que contribuem para este desempenho no componente especifico da física. Dentre alguns deles, podemos ressaltar que esse componente curricular, na maioria das vezes, é abordado de forma eminentemente mecânica, não apresentando relação com o cotidiano, dando ênfase a fórmulas, listas de exercícios repetitivos, cálculos e equações que pouco interesse desperta no aluno. Poucos alunos são os que conseguem bons resultados, sendo vistos como exceção à regra. Os resultados dados do programa

internacional de avaliação de estudantes (Pisa)[1] de 2015 apontam no sentidodeste triste diagnostico.

Isso, por si só,já é suficiente para revelar que o ensino de física no Brasil vive um momento de grande desafio. De outro modo,frente aos avanços tecnológicos da atualidade, pensar uma abordagem contextualizada e inovadora exige automaticamente que se considere o ensino dos conceitos da Física Moderna de modo a poder contribuir para a aprendizagem significativa e a alfabetização científica apropriada aos nossos dias.

Nesse contexto, a proposta deste trabalho consiste em uma estratégia para o ensino de Física Quântica no Ensino Médio através da metodologia de resolução de problemas abertos. Estes por sua vez são caracterizados por não trazerem em seu enunciado informações suficientes para a resolução imediata o que implica em não possuírem soluções diretas ou pré-estabelecidas.

As situações problemas abertos[2] oportunizam a contextualização entre conteúdo cientifico-cotidiano. O papel do professor neste contexto é estabelecer conexões entre a experiência pessoal do estudante diante do fenômeno e o conteúdo didático. Por esta razão, a resolução de problemas abertos assume papel de grande importância no aprendizado, pois estimula discussões entre alunos e o professor, promovendo a interação social e a troca de experiências para Vigostski (2001) a colaboração e a interação social são fatores importantes no processo de ensino aprendizagem.

## 2. Problemas abertos

Segundo Echeverría e Pozo (1998), o objetivo principal da aprendizagem através da resolução de problemas abertos é desenvolver no aluno o hábito de enfrentar a aprendizagem como um desafio, para o qual se deve construir uma resposta. De acordo com os autores a metodologia possibilita ao aluno estabelecer relações entre o conteúdo e o cotidiano, instiga sua curiosidade, fomenta a argumentação e o debate desenvolvendo o pensamento crítico ao induzir a análise e a interpretação de dados e estimula a confiança na tomada de decisões para resolver o problema.

Problemas abertos são questões cujo o enunciado não contenha todos os dados necessários para a construção imediata de uma resposta. Como consequência são problemas para os quais não existe uma solução pré-estabelecida. Um ganho imediato, é o de que para cada releitura uma nova condição de hipótese a ser estabelecida para a sua resolução, pode revelar um resultado diferente,modificando e aprofundando a aprendizagem do estudante. As questões abertas possibilitam sempre uma reorganização em suas respostas demonstrando ao estudante um processo de contínua evolução do conhecimento. Isso faz com que o estudante seja aproximado daquilo que é procedimento padrão nas condutas de um cientista para a explicação de um determinado fenômeno. Assim, o professor deve atuar como mediador na resolução dos problemas estimulando o debate, o raciocínio crítico, a participação, o trabalho colaborativo, a releitura da questão analisando e explorando diferentes

[1]Disponível em<https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Brazil-PRT.pdf>. Acesso em: dezembro 2018.

[2]Apresentamestadoinicialsóparcialmenteconhecidos.

aspectos.

Nesse sentido, a metodologia de problemas abertos tem sua origemnos problemas de Fermi também conhecidos como problemas de estimativas. A técnica de Enrico Fermi implica em estabelecer estimativase a busca de informações ausentes na formulação inicial, ou seja, quais são as informações relevantes para resolver o problema e de posse de tais informações é necessário trabalhar na análise, interpretação, justificativa e verificação para a elaboração da solução. Assim, tão ou mais importante do que determinar a resposta, é avaliar o processo ou estratégia utilizada.

**O** trabalho de elaboração de estimativas se equivale à construção de hipóteses na resolução de problemas abertos percebe-se também que os passos seguintes de ambas as técnicas se equivalem. Ademais, a cada nova estimativa ou hipóteseproporciona a reorganização de ideias.

## 3. Como trabalhar com a metodologia de resolução de problemas abertos

Trabalhar com problemas aberto se afasta daquilo que usualmente é realizado ao final dos capítulos dos livros didáticos quando estes apresentam um conjunto de problemas sugeridos. Dessa maneira o primeiro se referejustamente na elaboração dos enunciados. Para tanto é fundamental explorar os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes e, de posse disso, propor problemas que de fato possam ser resolvidos de maneira não mecânica. A elaboração de enunciados abertos não exige a abordagem direta do conteúdo ou de um conceito específico. Pode ser inspirada em uma propaganda, uma notícia ou uma reportagem, uma situação cotidiana, etc. As possibilidades são inúmeras, contribuindo para desconstruir a abordagem encontrada em vários livros didáticos. A intenção é dispor de outras maneiras na apresentação dos enunciados na tentativa de aguçar e mudar o olhar do aluno sobre o componente curricular. Portanto, estruturar um ensino baseado na resolução de problemas é planejar situações em que o aluno seja capaz de buscar estratégias para resolvê-las e que eventualmente, demonstre a aplicabilidade e a importância dos conceitos trabalhados.

Através da resolução de questões abertas espera-se desenvolver uma aprendizagem efetiva. Neste contexto, os problemas são implementados com progressivo grau de dificuldade, os primeiros problemas tem o objetivo de instruir e familiarizar a metodologia ao aluno e na medida em que o estudante vai adquirindo subsídios mais elaborados, a complexidade dos problemas aumenta. Assim sendo, é preciso conciliar o fato de que o problema não pode ser trivialmente simples, de modo a se revelar com resposta imediata e desinteressante, nem extremamente complexo de maneira que a sua solução não possa ser alcançada.

O trabalho em grupo também é fundamental para o desenvolvimento desta proposta, pois possibilita a troca de informações, a argumentação e o esclarecimento de dúvidas. Também oportuniza que, no decorrer do processo, os problemas sejam organizados e distribuídos conforme as dificuldades e necessidades reveladas por cada grupo, identificação que será possível com o olhar atento do professor.

Ao trabalhar esta metodologia algumas etapas no processo de resolução dos problemas devem ser desenvolvidas para garantir a compreensão e participação efetiva do aluno. O papel do professor é encorajar o aluno a encontrar a melhor solução para o problema em função das hipóteses adotadas e informações extras coletadas e ao longo de todo o processo fomentando a ressignificação e incorporação de novos conhecimentos fundamentais para uma aprendizagem significativa.

## 4. Etapas para a resolução de problemas abertos

As etapas são baseadas nas ideias nos autores G. Polya (1995) e em Pozo (1998), o quadro abaixo tem o objetivo de esclarecer tais etapas. A organização numérica é uma sequência que visa à organização das principais etapas na resolução, porém não é estática e deve ser retomada, se necessário, durante o processo:

| | Papel do aluno | Papel do professor |
|---|---|---|
| 1º Etapa | Compreender o problema:<br><br>Ler e reler o problema percebendo claramente o que necessário para necessário para reunir informações sobre o problema; O que se quer? O que é desconhecido? | Habituar o aluno a tomar suas próprias decisões e refletir sobre as mesmas, dando-lhe autonomia; |
| 2º Etapa | Delinear um plano:<br><br>Selecionar as informações pertinentes e delinear com serão utilizadas. Quais informações são importantes? Como será resolvido? | Fomentar a cooperação entre os alunos, incentivar o debate sobre os diversos pontos de vista e analisar as diferentes hipóteses; |
| 3º Etapa | Executar o plano traçado para a resolução; | Realizar um trabalho de apoio dirigido para fazer perguntas ao invés de dar as respostas às perguntas dos alunos. |
| 4º Etapa | Olhar retrospectivamente: o solucionador deve avaliar a solução obtida. Nenhuma informação foi deixada de lado? É possível encontrar outra resposta? | Fomentar a cooperação entre os alunos, incentivar o debate sobre os diversos pontos de vista e analisar as |

| | | |
|---|---|---|
| | É possível verificar o resultado? A retrospectiva é fundamental para analise e entendimento do problema. | soluções diferentes; |
| 5º Etapa | Leitura e apresentação da resolução do problema pelo grupo para a turma. | Fomentar a leitura dos problemas e suas respostas; É possível encontrar outra resposta ou melhorar a mesma? Viabilizar o debate das respectivas respostas com o grande grupo. |

## 5. A avaliação da metodologia

A avaliação deve ser entendida como parte do processo de ensino-aprendizagem. Deve ser parte constituinte do planejamento da aula e no decorrer das atividades, tendo por objetivo dimensionar o resultado do trabalho do aluno e o êxito da proposta realizada pelo professor. Para Villatorre (2009), a avaliação é um instrumento de diagnóstico que possibilita ao educador condições de compreensão do estágio em que o aluno se encontra e, de posse desta percepção, o professor poderá desenvolver estratégias para que o aluno alcance o conhecimento desejado. Dessa forma, além de servir ao aluno como referência para seu aprendizado, a avaliação é uma análise que norteia o trabalho do professor.

Igualmente para Pozo (1998), a avaliação deve ser um processo de análise e julgamento qualitativo do processo de aprendizagem e não somente uma média do processo final. Portanto, é necessário avaliar todo o processo de construção do aluno. Nessa perspectiva, avaliar a resolução de problemas abertos implica em analisar todo o processo de construção da resposta, examinando cada etapa da resolução e não somente o resultado obtido ao fim do exercício. Avaliar apenas a resposta final é desconsiderar todo o percurso executado pelo aluno. O autor evidencia a importância de critérios detalhados que orientem a observação do professor durante o processo de resolução realizado pelos alunos.

Na presente proposta o professor pode acompanhar a desenvoltura dos estudantes quando estes estão realizando as atividades em grupo, observando, a participação efetiva de cada integrante. No momento da socialização das respostas construídas o professor pode acompanhar o nível de profundidade das hipóteses assumidas além das estratégias utilizadas para a coleta de informações subsidiárias que não estavam no corpo do enunciado. Além de verificar o engajamento dos demais estudantes da turma na obtenção de resposta alternativas as que eram apresentadas pelo respectivo grupo.

O que está em acordo com Harlen (1985) e Gil Pérez (1992), a avaliação da resolução dos problemas deve englobar os critérios de interpretação e compreensão do problema, a capacidade de formular hipótese, a postura investigativa, o desenvolvimento da aquisição de conceitos, o desempenho oral, a atitude colaborativa

em grupo. A partir desses destes critérios, as práticas avaliativas estarão alicerçadas em analisar a trajetória do aluno.

## 6. Metodologia

Metodologicamente, a sequência didática foi dividida em seis momentos principais. Essa organização teve por objetivo melhor avaliar a evolução dos alunos na execução da atividade. Os momentos principais foram os seguintes:

1º momento: Trabalho com os organizadores prévios através de um questionário investigativo. De acordo com Ausubel, os organizadores prévios são "pontes cognitivas", ou seja, materiais introdutórios que permitem ao professor perceber quais são os conhecimentos dos alunos acerca do assunto e a partir desta informação sanar carências evidenciadas para fazer a ancoragem dos novos conceitos.

2º momento: Início da resolução de problemas. A organização da estratégia didática ocorreu através da exposição oral breve sobre determinado assunto e apósforam entregues os problemas abertos distintos para diferentes grupos. Neste momento foi disponibilizado o laboratório de informática e aceso a biblioteca.

É importante salientar que a necessidade percebida em se estabelecer um intervalo de tempo entre o momento da resolução dos problemas e as apresentações, por parte dos estudantes, das respectivas resoluções para que os grupos pudessem melhor refletir sobre as soluções que encontraram e se organizarem para a exposição dos resultados. Assim, os grupos apresentaram as soluções das questões sempre na semana seguinte às resoluções.

Na aula destinada à apresentação dos problemas, cada grupo deveria ler um problema e comentar a sua resolução. Após as apresentações, as resoluções foram debatidas com toda a turma, objetivando explorar as respostas dos problemas e retomar os conceitos trabalhados na aula expositiva, estabelecendo relações entre o conceito e suas aplicabilidades.Além disso, tal estratégia também permite verificar se estudantes que não participaram do grupo eram capazes de estabelecer soluções distintas.

A metodologia de problemas abertos também permite explorar e desenvolver habilidades distintas em cada grupo de acordo com as necessidades e dificuldades encontradas.

Citam-se dois problemas utilizados no decorrer da metodologia:

1) Alguns detergentes de roupas anunciam que seus produtos deixam as roupas ainda mais brancas, mas isso se trata, realmente, de limpar profundamente o tecido e eliminar manchas por completo?

Ao debater esse problema é fundamental reconstruir a ideia de reflexão da luz, ou seja, a luz emitida penetra no tecido ocasionando o espalhamento ressonante da luz e reemição em certos espectros de luz visível. As diferentes substâncias presentes no sabão apresentam diferentes espectros de remissão de luz visível, ou seja, vermelho, verde, azul entre outras proporcionando a homogeneidade do sistema e a interpretação da remissão luz branca.Isso então significa que visualizar as roupas mais brancas não pode ser diretamente associado a remoção de sujeiras mas sim com a introdução de componentes que aumentam o espectro de espalhamento da luz visível.

2) O mar e o céu aparentam ser azuis na maior parte do tempo, pois o ar atmosférico reemite, fundamentalmente, a componente azul da luz solar. Assim, a cor de um

objeto está relacionada com o comprimento de onda reemitido (espalhado), inicialmente interpretado como o resultado dos processos de absorção e a reflexão da luz. A afirmação muito comum de que os corpos negros não emitem luz é verdadeira? Justifique sua resposta.
Primeiramente devemos reorganizar o conceito de absorção e reflexão pelo conceito de espalhamento. O espectro de radiação emitida por um corpo, isto é, a energia emitida por unidade de área, por unidade de tempo e por unidade de comprimento de onda. Portanto, a afirmação que os copos negros não emitem luz é falsa, poisos corpos negros têm espalhados na frequência do ultravioleta, como esse comprimento de onda não sensibiliza nossos olhos temos a percepção de corpo negro, ou seja, a ausência de luz visível.

Para um melhor aproveitamento da metodologia os estudantes forma orientados a se organizarem em grupos segundo o critério de afinidade. Os primeiros problemas trabalhados tinham os objetivos de instruir o aluno para a metodologia como também levantar os conhecimentos prévios. Nesta fase inicial os problemas não ofereciam grandes dificuldades conceituais. Posteriormente, na medida em que o aluno se apodera do método e adquire confiança, desenvolvendo a autocrítica e adquirindo subsídios mais elaborados, os problemas tornaram-se mais complexos. No decorrer da metodologia cada grupo demostrou dificuldades em habilidades distintas que foram aperfeiçoadas ao longo da metodologia, como: A dificuldade investigativa, no início, a pesquisas eram bem superficiais, e caracterizada principalmente pelas informações encontradas em sites populares, não havendo o hábito de buscar aprofundamento na busca ou procurar informações mais consistentes. Entretanto, ao longo do trabalho, esta atitude se modificou gradualmente. A insegurança demonstrada na interpretação, resolução e apresentação dos primeiros problemas cedeu espaço para a autonomia no trabalho em grupo e desenvoltura na apresentação das resoluções. Ademais, o progresso conceitual também foi notório e comprovado a partir das análises realizadas nos questionários investigativos, como também na elaboração de hipóteses e nas construções de respostas cada vez mais elaboradas.

## 7. Considerações finais:

Ao proceder para a reflecção a cerca dos resultados na aplicação desta metodologia podemos destacar alguns aspectos:

Apesar das considerações iniciais realizadas pela professora no que se refere a mudança dos problemas tradicionais para os problemas abertos eram recursivas as indagações dos estudantes sobre a existência de apenas uma resposta correta. Além disso,sobre a interpretação e demais etapas da construção da solução demonstram considerável insegurança nestas habilidades e/ou o hábito de estudar desta forma. A preocupação em encontrar a “resposta correta” confirma a prática avaliativa que prioriza a resposta final em detrimento do processo de construção e entendimento da solução. Entretanto, no decorrer das atividades, as mudanças de atitudes nos grupos tornam-se visíveis, a autonomia de ler e interpretar o problema, organizar, sistematizar a investigação e elaborar coletivamente a solução da questão foram habilidades que acabaram se mostrando mais fortalecidas. Nesse sentido,o trabalho em grupo também contribui para que, individualmente, cada estudante aperfeiçoas se suas habilidades e superasse dificuldades.

A proposta de avaliar todas as etapas do processo oportunizou o reconhecimento desejado pelos alunos, contribuindo para aumentar o comprometimento e a responsabilidade nos trabalhos em grupos e, desta maneira, diminuir a infrequência nas aulas de física.

A metodologia também contribuiu para melhorar a oralidade e postura nas apresentações de trabalhos. A organização das apresentações foi estabelecida através da leitura do problema, sua resolução e posterior explicação. Neste momento, o aluno verbalizava sua explicação utilizando-se dos teoria/conceitos físicos e neste esforço desenvolve sua oratória. Ao professor, como mediador da construção do conhecimento propicia identificar e sanar as dúvidas ou conceitos mal compreendidos/formulados pelos alunos.

Ademais, a proposta de debater algumas soluções em virtudes das hipóteses assumidas reorganizar as respostas minimizou a resistência de muitos alunos à apresentação de trabalhos. Pois, entre os vários fatores, que contribuem para isto a vergonha ou o medo de errar a resposta em público ganham destaque.Portanto, a insegurança é subtraída com o enfoque da metodologia. A autonomia de formular e revolver problema também são evidenciadas. Entretanto, como qualquer habilidade requer tempo para ser desenvolvida e aperfeiçoada.

Em síntese, a proposta colabora no trabalho do docente porque auxilia a identificar as barreiras durante o processo de aprendizagem. Sabe-se que são inúmeras as limitações a serem superadas, tais como a compreensão errada do conceito, a dificuldade de interpretar e relacionar, de resolver e avaliar respostas, de comunicação. O principal ganho pedagógico é conseguir reconhecerem cada aluno sua limitação e auxiliá-lo a superá-la.

Portanto, o trabalho demonstra a possibilidade de mudar as atitudes dos estudantes em aula. O docente passa a orientar o trabalho colaborando no enriquecimento do processo. O estudante desenvolve atitudes de responsabilidade e coparticipação em sua aprendizagem. Assim, o estudante apura as habilidades de ser criterioso na busca de informações, avaliar e emitir opinião, interpretar e resolver problemas, ou seja, aprende a aprender adquirindo segurança e autonomia.

## 8. Referências


1. GIL-PÉREZ, D. Contribución de la historia y de lafilosofía de lasciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. Enseñanza de lasCiencias, v. 11, n. 2, p.197-212, 1993.
2. MOREIRA, Marco Antônio. Teorias de aprendizagem. 2 ed. São Paulo: EPU, 2011.
3. POLYA,George. **A arte de resolver problemas**: um novo aspecto do método matemático. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.
4. POZO, Juan Ignacio. **Aaprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 2009.
5. POZO, Juan Ignacio. **A Solução de Problemas**: Aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
6. ____RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ABERTOS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA REVISÃO DA LITERATURA. **RevistaBrasileira de Ensino de Física**, vol. 39, nº3, 2017

# La tecnología educativa, el gran olvido en los programas de estudio en México

Axel Tapia Sánchez[1]

[1]Educación Secundaria
Secretaría de Educación Guerrero (México)
axltpia1@gmail.com

**Resumen.** En los cambios que se van suscitando entre sexenios en México se ha observado que cada nuevo gobierno que llega cambia a su consideración los contenidos programáticos que se aplican en la educación básica, la que comprende preescolar, primaria y secundaria; no se ha podido estipular un plan a largo plazo que pueda generar mejoras consistentes para los estudiantes, en el último caso la transición entre tres partidos políticos ha mostrado un desequilibrio en el área de la tecnología educativa, sobre todo en la educación secundaria donde ya se empieza a formar la identidad profesional entres los educandos, y es donde se considera que, el gran olvido de las autoridades es una aplicación correcta de la tecnología educativa, pilar de muchas de las carreras y profesionistas en las que ésta está incluida. La necesidad de establecer los lineamientos adecuados no puede tomar más de un año, ya la generación que se encuentra en las aulas está sufriendo esta desarticulación que solo se cubre con espejismos que dejará en los alumnos una gran brecha y desactualización en sus estudios.

**Palabras clave:** tecnología educativa, talleres, autonomía curricular, desarticulación, brecha digital.

## 1. |Introducción

Las reformas estructurales que se han desarrollado en un breve lapso han afectado al sistema educativo mexicano sin considerar el impacto que éstos pueden dejar a lo largo de varias generaciones, en la mayoría de los casos los primeros atienden únicamente a las realidades políticas que vislumbran quienes han accedido a las primeras instancias de gobierno, los procesos cognitivos ligados a una materia en particular que se ve reflejada en las aulas y que además ha sido denostada en las últimas décadas como un espacio de relajamiento y de pérdida de clases donde se ubican quienes tienen tiempo de sobra o que anteriormente se dedicaban a otras actividades; se ha olvidado que una formación formativa requiere de todos los aspectos que circundan a un ser humano, y que en otras ocasiones también involucran un espacio de formación en el área técnica y sobre todo de las escuelas de conllevan ésta para brindar un apoyo a quienes ya no continúan con sus estudios en un nivel profesional o de quienes lo hacen como medio tiempo para apoyarse con lo que ganan desarrollando lo que en los espacio áulicos

aprendieron y en la que no únicamente es informática, sino contabilidad, carpintería, ofimática, entre otras.

## 2. El proceso de olvido, a detalle los cambios en la última década.

Durante el periodo de 2012 – 2018 se atendió un cambio de gobierno en el estado mexicano, entre la llamada alternancia que se dio en las diferenciadas ideologías que se enfrentaban al momento, en cuanto a lo concerniente a lo educativo esto se vio reflejado hasta el año 2017, cuando entró en gestión un nuevo modelo educativo el cual definitivamente concluía un proceso iniciado en ese sexenio para quitar la llamada tecnología de los contenidos curriculares; el acuerdo 11/05/18 ponía en circulación otro componente el cual fue llamado autonomía curricular y que como en el mismo artículo anterior menciona, mediante el acuerdo 12/10/17, se estructuraban los cambios para tener otros contenidos en los programas, dejando de lado en todas las instituciones de educación básica, las tecnologías que habían funcionado desde mucho tiempo atrás formando jóvenes para enfrentar lo que la sociedad demanda pero con las habilidades digitales y las destrezas para concluir un espacio técnico y de desarrollo personal.

No obstante esto ya tenía un cariz político pues dejaba atrás el programa de otro gobierno que de alguna manera había mantenido lo ya descrito, de manera probablemente karmatica esta modificación a los contenidos curriculares están siendo cambiados durante el ciclo escolar 2019 – 2020, producto de un cambio más en las políticas públicas con afectación a las educativas pero que, con la misma inoperancia no ha podido aterrizar su propia funcionalidad sobre lo que a las tecnologías se refiere, no existe una puesta en marcha de contenidos programáticos que distan de la realidad que viven los adolescentes en su vida diaria y que, lo están aprendiendo de una manera informal.

Dentro de la demanda que se tiene de acuerdo con las inquietudes y estilos de aprendizaje se sitúa en un lugar preponderante todo lo concerniente al uso de las tecnologías digitales en el aula, en los bandazos que se encuentran realizando ante los cambios filosóficos con relación a la primera, se puede anotar que, se está afectando enormemente a cuando al menos tres generaciones que pasarán por las aulas de educación secundaria, pues los que han empezado desde el 2016 y que probablemente se notarán hasta después del 2021, cuando se espera estén completamente armonizados éstos; se deja de lado lo que la Unesco ha resumido en un informe, “como la globalización y la urbanización, la “digitalización” ya ha cambiado el mundo. La rápida proliferación de la tecnología de la información y las comunicaciones (TIC) es una fuerza imparable que afecta prácticamente a todas las esferas de la vida moderna, desde las economías a las sociedades y las culturas... y a la vida cotidiana” [1]. Por eso, no contar con un entrenamiento de las habilidades digitales está dejando a los jóvenes mexicanos con una desventaja pues regresando a la autonomía curricular ésta ponderaba los gustos y estudios de los docentes, reflejados en la clase que ellos imparten.

**Fig. 1. Aptitudes que no se aprenden en la escuela.[2]**

En la figura anterior se puede observar cómo lo que no se aprende en las escuelas no rebasa un 50%, que obviando lo que intuitivamente generan las aplicaciones y dispositivos tecnológicos, es necesario contar con un respaldo escolar formal para desarrollas estas destrezas, además de formular las condiciones necesarias en cuanto a lo valoral se refiere, la forma de tener responsabilidades frente al uso de la tecnología debería estar enfocada en un programa de estudios que advirtiendo la diversidad en sus facetas, es decir, puede ser contabilidad, mecánica, ofimática, pero todos en un contexto de respeto y compromiso para con el advenimiento tecnológico, un esfuerzo que aún no se observa en el sistema educativo nacional.

Los adolescentes enfrentan día con día un cruce de información con las tecnologías, se requiere de tener aspectos críticos para poder solucionar los aspectos que ello involucra; desde su comportamiento con los demás y sobre todo la colaboración a la que se hacen usuarios asiduos, los elementos tecnológicos que obtienen y la experiencia que tendrán al usar todo lo anterior.

De esta manera, este bosquejo que se realiza de las tecnologías en la escuela secundaria pretende encontrar los elementos necesarios para demostrar que éste elemento es necesario para los que se encuentran en formación y que en la última década se han pretendido desalojar de lo que diariamente reciben los alumnos en clase, creando una contrariedad puesto que, en las demás materias se requiere que se empleen

todos los medios tecnológicos y la asignatura que tiene ese nombre no han podido resurgir para beneficio de los estudiantes.

Proponer en un nuevo programa de estudios únicamente no garantiza que el adelanto que se tiene sobre la tecnología sea bien abordado debido a la desarticulación que ya se ha tornado más complicado debido a que además de quitar ésta como asignatura también se le quitó el reconocimiento de los medios de evaluación como se detalla en el acuerdo secretarial en el que se dio a conocer a la sociedad mexicana, quedando "los clubes del componente curricular Ámbitos de la Autonomía Curricular y el área de educación socioemocional del componente curricular Áreas de Desarrollo Personal y Social serán objeto de evaluación continua por parte de los docentes de primaria o tutores de grupo de secundaria, y las observaciones se comunicarán en el momento oportuno a cada estudiante y a las madres, padres de familia o tutores, en forma oral o por escrito, sin utilizar valores numéricos. Estas valoraciones no se consignarán en la Boleta de Evaluación"[3]. Así, sin un soporte curricular ni evaluativo se torna de nula importancia el atender todo esto y por tanto de poco valor para los estudiantes.

Por otro lado, hay situaciones en que su bajo posicionamiento en las escuelas lleva a que las tecnologías se conviertan en una materia más dentro del plan de estudios. En tales casos, el lugar marginal que ocupan dentro del modelo educativo, es decir el eso que se les asigna dentro de la currícula y de la vida académica del plantel, se evidencia en la reducción de horas-clase de los docentes de tecnologías, en la precaria infraestructura de los talleres, en la casi ausencia de proyectos productivos, en la falta de dedicación y compromiso del personal, en la carencia de aspectos tecnológicos innovadores y alternativos, y en la escasa relación con las materias académicas.

**Fig. 3. Exigencia de los docentes para tener tecnologías en las aulas.**

## 3. Conclusiones

La necesidad de tener a la materia de tecnología dentro de los salones de clase no es únicamente un privilegio y de pérdida de tiempo, más allá es la oportunidad que tienen los estudiantes en la actualidad para enfrentar los desafíos que tienen que ver con ella y las características que les brindarán y que se mimetizarán con las demás, esto es, la inclusión de las habilidades digitales con los otros participantes del currículo; de esta manera también se determina que, los docentes y los alumnos puedan hacerse partícipes en su uso de manera crítica y medida, más allá de simplemente aprender de forma informal y a la vez desmedida, olvidándose que éstas pueden servir para fines educativos pero será cuando de manera dedicada se estudien y se apliquen en las aulas para posteriormente incluirlas en cada uno de los aspectos que se involucrarán posteriormente.

"En un futuro muy cercano no tendremos los mismos trabajos que tenemos hoy, pero se crearán nuevos puestos de trabajo. Debemos capacitar a las personas brindándoles la educación y las oportunidades adecuadas. Creo que hay mejores días por delante, aunque esto depende de que tomemos nuestras tecnologías más prometedoras — y las adaptemos— para ayudar a las personas y crear oportunidades en todos los niveles" [4].

Determinar o afirmar que no son necesarias en la curricula sería un craso error que ya no solo repercutirá en las tres generaciones que se han cuantificado como posibles afectadas por las características y además no habría un soporte más que de manera informal o en escuelas de paga que les brindarán las habilidades digitales que se han mencionado repetidamente y en diferentes documentos normativos, por tanto, a raíz de este artículo se recomendará la integración nuevamente de las tecnologías como materia en los programas de estudio que entrarán en vigencia.

## 4. Referencias


1. UNESCO, *Estado mundial de la infancia 2017, Niños en un mundo digital.* Nueva York (EUA), 2017.
2. UNESCO, *Estado mundial de la infancia 2017, Niños en un mundo digital.* Nueva York (EUA), 2017.
3. DOF, *Acuerdo número 11/03/19 por el que se establecen las normas generales para la evaluación del aprendizaje, acreditación, promoción, regularización y certificación de los educandos de la educación básica.* Gobierno de la República (México) 2019.
4. Devin Wenig, presidente y CEO de eBay en ¿Cómo serán los empleos futuros? Los expertos opinan, Foro Mundial Económico, en https://es.weforum.org/agenda/2017/02/como-seran-los-empleos-futuros-esto-opinan-los-expertos/ [Consultado el 28/10/2019]

# Proyecto de *affordance* de investigación para correlacionar datos de uso de plataformas y datos de rendimiento en el aprendizaje, mediante minería de datos. Presentación de un caso.

Yamil Buenaño Palacios[1], Miguel Zapata-Ros[2]

[1]Facultad de Ingeniería de Sistemas
Escuela Tecnológica Instituto Central la Salle
Calle 13 # 16-74 Bogotá (Colombia)
Tfno.: +571 3443000
E-mail: ybpalacios@itc.edu.co

[2]Universidad de Murcia. Edificio C Despacho 1.15.
Campus de Espinardo. 30100 Murcia
Tfno.: +34 603817058
E-mail: mzapata@um.es

**Resumen**. La exploración persistente por intensificar la calidad del aprendizaje y, por otro lado, por aminorar las incertidumbres generadas por desaciertos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, son condiciones elementales en un proceso educativo. La técnica de minería de datos fundamentada en los procesos de aprendizaje e informáticos y, por otra parte, incorporada en las actividades académicas como elemento previó al análisis y toma de decisión, son combinaciones que proporcionan mecanismos para la consecución de progreso del que aprende, puesto que proveen fuertes engranajes para la obtención de un aprendizaje centrado en la calidad [1]. En este sentido, este proceso de investigación como avance de nuestro trabajo doctoral, intenta generar aportaciones al proceso de enseñanza-aprendizaje. Por tanto, este articulo tiene como objetivo describir el planteamiento de un Affordances para analizar la variación del aprendizaje y previamente la construcción de un plugin para minería de datos en la plataforma moodle con el propósito de evidenciar en forma de variables estadísticas de usos de la plataforma y en qué condiciones se produjo su utilización para obtener resultados de un aprendizaje eficiente. Desde el proceso metodológico, este trabajo plantea tres enfoques teóricos como soportes del presente trabajo: Affordance, Minería de datos y aprendizaje, los cuales nos mostraron el camino para plantear y elaborar nuestra investigación.

**Palabras claves**: Affordances, minería de datos, variación de aprendizaje, moodle.

## 1 Introducción

Es un objetivo importante de la Investigación Educativa aplicada a entornos digitales, pero no sólo a ellos, el establecer si existe una correlación y en qué sentido entre variables de condiciones de aprendizaje y el resultado de estos, qué mejora se produce

y en qué condiciones. La investigación es una actividad cognoscitiva especial que representa un proceso sistemático, intencionado, planificado y orientado hacia la búsqueda de nuevos conocimientos mediante el empleo del método científico en un área determinada del conocimiento [2]. En el contexto de una investigación más amplia hemos tenido la ocasión de analizar la variación conjunta de datos de uso de una plataforma y de la mejora de determinados factores y resultados del aprendizaje. De igual forma, el proceso del presente artículo tiene como propósito hacer evidente la construcción de un plugin de minería de datos y posteriormente el affordance, para analizar y develar las variaciones del aprendizaje. Para ello describiremos sucintamente a) la parte de la investigación donde se inscribe el desarrollo y sus objetivos, así como el propósito que nos guía a hacer esta affordance y después perfeccionarla y generalizarla, b) las características del plugin que constituye el procedimiento, c) las incidencias y resultados del caso y d) unas conclusiones para un desarrollo ulterior más general y aplicable a investigaciones educativas en general o a aspectos particulares como puedan ser otras condiciones de acceso y uso de plataformas. Esto último tiene un interés manifiesto para la investigación de accesibilidad a plataformas y rendimiento de aprendizaje, así como compromiso de los alumnos.

## 1. Antecedentes

El desarrollo de este trabajo hace parte del proceso evolutivo de nuestra tesis doctoral, donde uno de los elementos de gran relevancia fue el análisis empírico: Estudio de caso.

Un primer aspecto desarrollado anteriormente donde el propósito fue describir el proceso metodológico para llevar a cabo la refactorización del software de la plataforma moodle para la gestión de minería de datos. Posteriormente se plantea una segunda etapa objetivo del presente trabajo, el cual consiste en develar proceso de construcción de un affordance y un plugin para llevar a cabo el proceso de minería de datos y de esa forma hacer evidente si hubo variación del aprendizaje por parte de los estudiantes.

Según Gibson una affordance es "una posibilidad de acción disponible en el entorno de una persona, independientemente de la capacidad del individuo para percibir esta posibilidad" [3]. Por otra parte, de acuerdo a este constructo, la affordance, es muy versátil en educación y en tecnología educativa, de esta forma el término "affordance educativa" ha adquirido un significado que se relaciona con “la respuesta a la búsqueda de expresar las propiedades de un entorno que, al interactuar con un usuario, mejora el potencial de aprendizaje” [4]. Para Kirschner [5], la “Affordances educativas son las características de un artefacto (por ejemplo, cómo se implementa un paradigma educativo determinado) que determinan si una modalidad particular de aprendizaje podría ser asumida en un contexto determinado (por ejemplo, trabajar un proyecto en equipo, establecer una comunidad de aprendizaje distribuido) y cómo se produce”.

## 2 Metodología

En esta fase, se aplicó un escenario metodológico con el propósito de aportar elementos firmes, que conllevaron a la construcción de un plugin software y un affordance que permitió minar los datos de la plataforma y de esa forma verificar y analizar la variación del aprendizaje adquirido por parte de los estudiantes. Por otro lado, se identificaron 5 fases como plan de construcción y enfoque de metodología aplicada y método de desarrollo software cascada [6] las cuales describimos a continuación:

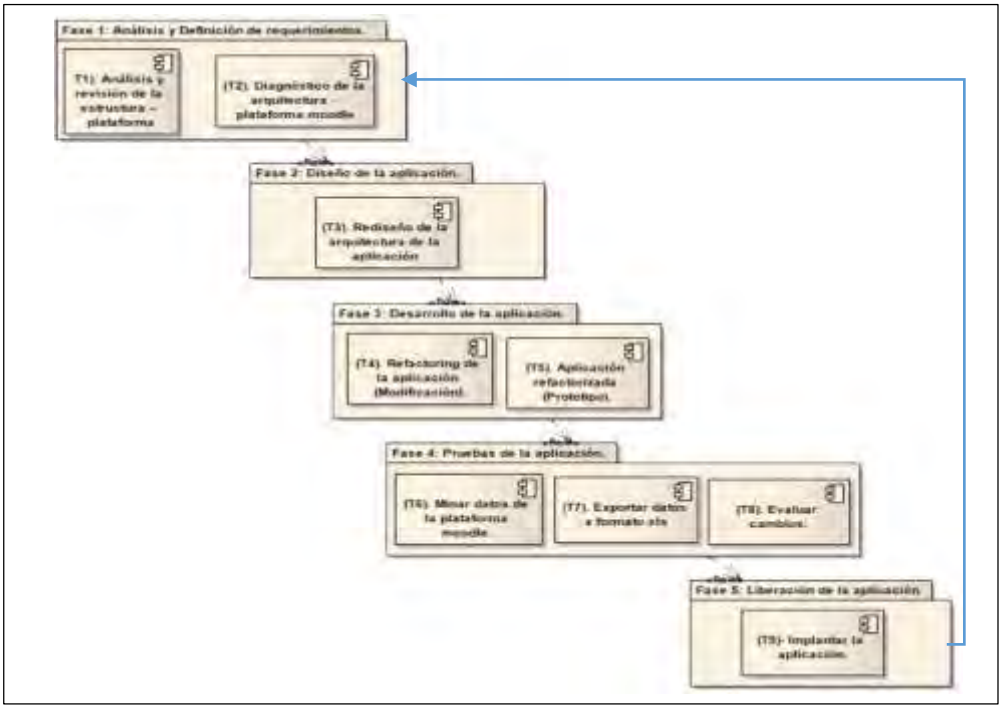



Figura. 1 - Modelo en cascada - Ciclo de construcción del plugin.

## 3 Resultados

El proceso de construcción del plugin y el affordance para correlacionar los datos extraídos de la plataforma, se llevó a cabo con el propósito de generar aportes al proceso del trabajo doctoral ya concluido, y, por otra parte, con el firme propósito de analizar los datos y mostrar la correlación existente entre las varíales estudiadas y la variación del aprendizaje. Por otra parte, a los entornos educativos proporcionando herramientas que permitan facilitar el proceso de extracción de datos de plataformas instruccionales como apoyo al análisis y a la toma de decisión.

Por interés académico de aportar herramientas software que complementen las ya existentes como componentes facilitadores de información en beneficio de los que aprenden. Por último, desde el entorno profesional e ingenieril de tal forma que proponga soluciones y develen el proceso de construcción del concepto de Affordance y el plugin. En este sentido, consideramos, que es pertinente y de gran relevancia este articulo debido a que sirvió como contribución a nuestro trabajo de investigación doctoral y como referente para abordar trabajos de investigación donde se pretenda correlacionar datos de uso de plataformas y de rendimiento en el aprendizaje, mediante minería de datos. A continuación, describiremos el proceso resultante respecto a la construcción del plugin y el affordance de la investigación:

### 3.1 Descripción de la Investigación

Esta investigación, se desarrolló a partir de un estudio de caso aplicado en la universidad de San Buenaventura sede Bogotá-Colombia, definida como base de análisis empírico, en donde se estudió los diferentes aspectos para la obtención de aprendizaje de calidad centrado en entornos instruccionales que incorporan la web social y la tecnología móvil inteligente". A demás, para llevar a cabo este proceso, se procedió siguiendo las actividades que se describen a continuación:

Como primera medida se presentó la propuesta de investigación ante comité curricular del programa de ingeniería de sistemas de la Universidad de san Buenaventura sede Bogotá, seguidamente, se elevó ante el comité curricular del programa un documento escrito solicitando de su aprobación para aplicar el experimento a un grupo de estudiantes, posteriormente se procedió a identificar el grupo al cual se le aplicaría el experimento, al igual que la asignatura que sería objeto del estudio, teniendo en cuenta características como, la homogeneidad del curso, interés de los estudiantes, manejo y disponibilidad de la tecnología móvil, Posteriormente, se procede a escoger la asignatura Programación Orientada a Objetos - POO, en horario de 7:00 am a 9:00 am, los días miércoles y viernes con un total de 22 estudiantes del programa de ingeniería de Sistemas, luego se presenta los detalles del experimento a los estudiantes del grupo seleccionado, quienes tendrían la función de realizar las actividades de clase a través de la utilización de la tecnología Móvil "BYOD", así mismo se escoge el grupo quien realizaría el proceso a través de la técnica tradicional y convencional, clases presenciales.

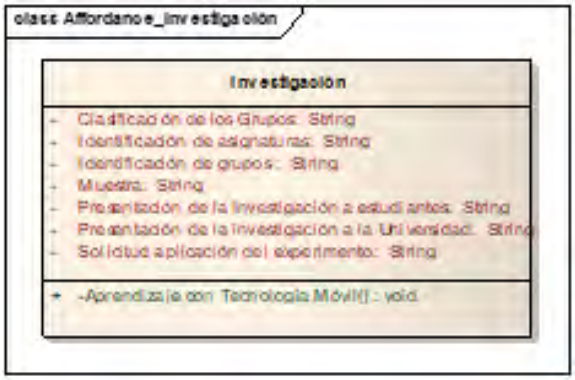



Figura 2- Modelo abstracto: Affordance de la investigación - Elaboración propia

### 3.2 Descripción del plugin

Este apartado describe el proceso de construcción y uso del plugin el cual sirvió de herramienta de apoyo para extraer los datos de la plataforma a través de la técnica de minería de datos.

El proceso de construcción del plugin inicia como primera medida haciendo una revisión de la plataforma moodle, con el propósito de identificar y conocer la estructura de la plataforma, posteriormente se identifica la relevancia del plugin "Use Stats", debido a que contiene las funcionalidades más importantes de la plataforma, en

cuanto a la generación de datos. una vez revisada e identificado los objetos que conforman la estructura estática de la plataforma moodle, luego se procede a realizar los aportes, para generar su construcción de acuerdo a nuestras necesidades, como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 1– Requerimiento de adición al bloque Use Stats

| Cód. | Requerimientos |
|---|---|
| 1 | Cantidad de accesos a cada foro del curso por estudiante |
| 2 | Tiempo de conexión a cada actividad del curso por estudiante |
| 3 | Cantidad de intervenciones en cada foro del curso individual por estudiante |
| 4 | Cantidad de accesos a cada repositorio del curso por estudiante. |
| 5 | Cantidad de descargas de los archivos en los repositorios del curso, por estudiante |

Posterior a este proceso, se procede a realizar las operaciones de programación: Consultas para lo cual se aplicó las técnicas de agrupamiento: *Clustering*, la cual nos permitió identificar los tipos de agrupaciones de acuerdo a la similitud, la *Asociación* con la cual, se pudo mostrar la relación existente entre los diferentes atributos y por último el método de *Triangulación*, el cual se utilizó para localizar posiciones desconocidas. Después de haber construido el plugin, se procede a la instalación el cual describimos mediante la siguiente figura 3 y posterior uso y resultados como se describe en la figura 4:

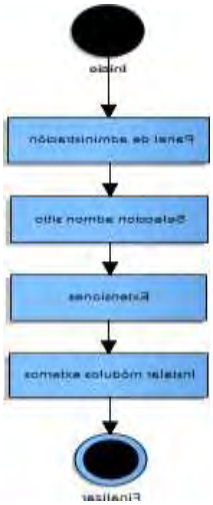


Figura 3 - Diagrama flujo: Proceso de instalación del plugin – fuente propia

| | Consolidados de datos minados - Grupo Experimental -2019 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Id. User Código | Alumnos | Accesos Foro (presentación personal) | Tiempo Intervenciones Foro presentación personal-(Seg) | Tiempo de conexión Foro (Opinión y debate sobre la lectura) - Min. | Accesos Foro Asistencia (Opinión y debate sobre la lectura) | Intervenciones Foro argumentación respecto a las características POO | Tiempo de conexión Foro argumentación respecto a las características POO - Min |
| 300000554 | ANGELA VANESSA RAMOS LOPEZ | 1 | 13,32 | 0 | 0 | 2 | 10,28 |
| 20131618032 | MILTON MAURICIO HERNÁNDEZ MENDOZA | 1 | 14 | 12,34 | 1 | 1 | 12,27 |
| 20153776036 | CAMILO PATIÑO RESTREPO | 1 | 9,56 | 0 | 0 | 1 | 8,26 |
| 300000403397 | MICHAEL ALEXANDER LINARES MOSQUERA | 1 | 22,24 | 12,32 | 2 | 1 | 10,05 |
| 300000555619 | JUAN MANUEL CANDIA SANTOS | 0 | 0 | 16,46 | 1 | 1 | 10,54 |
| 300000415507 | ANDRES FELIPE GARCIA ABRIL | 1 | 12 | 22,35 | 1 | 1 | 9,44 |
| 300000479316 | ANGIE DANIELA FLOREZ COFLES | 1 | 9,16 | 13,54 | 2 | 2 | 11,53 |
| 300000488668 | LESLY SANDRITH MARTÍNEZ BONET | 1 | 20,19 | 0,57 | 1 | 1 | 7,56 |
| 300000488944 | MATEO EDUARDO BARRAGAN AGUILAR | 1 | 11,04 | 16,31 | 1 | 2 | 10,32 |
| 300000505533 | NICOLAS ROJAS JIMENEZ | 0 | 0 | 16,45 | 1 | 1 | 9,63 |
| 300000528887 | CESAR NICOLAS RIVERA PATARROYO | 1 | 18,51 | 22,25 | 2 | 1 | 6,7 |
| 300000655371 | CRISTIAN ANDRES ROJAS NUMPAQUE | 1 | 9,33 | 10,25 | 2 | 2 | 9,42 |
| 300000652760 | DANIELA ARENAS MONROY | 1 | 16,23 | 20,14 | 2 | 1 | 5,35 |

Figura 4 – Resultado: Visualización de datos minados en formato ".xls

### 3.2.1 Descripción del contexto de la investigación

Este aparte tiene como propósito, describir el proceso llevado a cabo en la investigación donde se evidencia los elementos con los que se espera que el estudiante sea capaz de alcanzar las competencias y poder demostrar al finalizar el proceso de aprendizaje, la calidad de conocimiento adquirido. Adicionalmente, expondremos la metodología, que se utilizó, perfil de los estudiantes, las asignaturas y la plataforma utilizada. Como se describe a continuación:

**Perfil de la asignatura.** Se estableció como objeto de estudio para la asignatura POO, en el programa de ingeniería de Sistemas, debido a que esta asignatura es de gran relevancia para el programa porque permite construir software de calidad y aplicar los paradigmas de la POO y dar solución a problemas informáticos que son necesidades y 3 créditos académicos y una intensidad de 4 horas de trabajo presencial y 8 horas de trabajo independiente.

**Metodología**. El presente contenido se estructuró en 6 unidades como son:

La unidad 1 "Introducción", con la que empieza la asignatura trata el tema central de la asignatura como es el concepto de objeto y sus características, al igual que las características de la POO, como elementos relevantes para entender este paradigma de la Programación Orientada a Objetos, a través de una prueba diagnóstica y comprobación de la tecnología móvil personal. Luego continuamos con la Unidad 2 "Estructura y Diseño de soluciones informáticas" en este apartado los estudiantes utilizan con gran intensidad su propia tecnología como herramienta para acceder a las diferentes actividades propuestas, dando solución a problemas informáticos aplicando las características de la POO y proporcionando la funcionalidad a aplicaciones software, a partir de un modelo de software. En la unidad 3 "Manejo de Excepciones e hilos", se expone técnicas para desarrollar software con integridad, participación en foros con la utilización del BYOD y, además, los estudiantes entregaron a través del entorno instruccional sus productos funcionales, resultante del desarrollo y solución de la actividad. En la unidad 4 "Interfaces de aplicación" se expone la forma de establecer, construir y diseñar aplicaciones más amigables y usables para el usuario final. En la unidad 5 "Persistencia de datos (Archivos)" se trata el tema de conectividad de interfaces con gestores de bases de datos y manejo de archivos planos. En la unidad 6 "Trabajo Final de Curso - TFC" se finaliza el proceso experimental, donde los estudiantes debieron solucionar un caso a través de la construcción de una aplicación software y la sustentación a través de una prueba escrita de salida utilizando el BYOD.

Para este proceso utilizamos la metodología que consiste en la resolución de problemas y a demás como contenido teórico-prácticos.
**Perfil del estudiante**. En la siguiente tabla, se describe las características del estudiante.

Tabla 2 – Descripción perfil y clasificación de los estudiantes

| Asignaturas | Nivel Semestre | Grupos | Cant. Estudiantes | Grupo Investigación | Docente |
|---|---|---|---|---|---|
| POO | 2 | 001 | 22 | Experimental (GE) | Yamil Buenaño Palacios |
| | | 002 | 22 | Control (GC) | |

**Descripción del entorno.** En cuanto a herramientas de trabajo, se utilizó una plataforma instruccional "Aula virtual" de la Universidad de San Buenaventura Bogotá, Colombia, que es concebida como un ambiente creado particularmente para apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje en los entornos presencial y virtual, y la cual consta de las siguientes características:

- Construida bajo plataforma Moodle, versión 2.5
- Navegación interactiva a través de la web.
- Estructura teleinformática para soportar la interacción colectiva de los estudiantes.
- Tratamiento de los procesos de aprendizaje centrado en los estudiantes y, docentes.
- Medio de evaluación y entrega de tareas.
- Espacios para debates y foros.
- Plataforma adaptada a dispositivos móviles inteligentes.

**Instrucciones y Actividades.** Con la siguiente fase, se llevó a cabo el desarrollo de las actividades, que indican el proceso de control y que garantizaron en concreto el rendimiento de los grupos objetos del proceso experimental los cuales se describen a continuación:

**Debates.** En las actividades de los estudiantes realizaron resúmenes y posteriormente se consignaron los puntos de relevancias para la generación de debate en el foro.

**Actividades. Prueba diagnóstica y comprobación de la tecnología móvil personal** y verificación de la comunicación a través de la utilización de su propia tecnología (BYOD) y la realización de inicio de prueba de entrada y de salida, y por último el desarrollo de todas las actividades propias del proceso experimental: Caso de estudio.

## 4 Discusión

Este articulo tuvo como finalidad describir los procedimientos para la construcción del plugin y el affordance de la investigación.

Por otro lado, fue posible evidenciar el uso del plugin para generar la extracción de datos de la plataforma moodle utilizando la técnica de minería de datos.

De los resultados obtenidos en este trabajo, se pudo mostrar el uso del plugin cumpliendo nuestro objetivo: Describir el planteamiento de un Affordances para analizar la variación del aprendizaje y previamente la construcción de un plugin para minería de datos en la plataforma moodle con el propósito de evidenciar en forma de variables estadísticas el uso de la plataforma y por otra parte, hacer evidente las condiciones producidas por su utilización para obtener resultados de un aprendizaje eficiente.

.

## 5 Conclusión

El Affordance está en marcado dentro de un proyecto más general que próximamente se publicará. Por otra parte, se concluye el interés del procedimiento y de las herramientas para un amplio espectro de investigaciones en las que se tengan que correlacionar variables de desarrollo, configuración y condiciones de actividades y programas que usen LMSs e igualmente, de resultados de rendimiento, aprendizaje o parámetros actitudinales como puedan ser compromiso, motivación, etc.

Entre las investigaciones posibles para correlacionar están las que impliquen parámetros propios de la accesibilidad y en qué medida pueden correlacionar positivamente con aspectos de rendimiento y de compromiso por parte de los alumnos, o participantes en general.

## Referencias

1. Buenaño, Y. & Atahualpa, A. (2017). ATICA2017: Tecnología. Accesibilidad. Educar en la sociedad red. Universidad de Alcalá. Católica del Norte Fundación Universitaria, Medellín (Colombia)
2. De Armas Ramírez, N., Lorences González, J., & Perdomo Vázquez, J. M. (2003). Caracterización y diseño de los resultados científicos como aportes de la investigación educativa. Evento Internacional Pedagogía, 40.
3. McGrenere, J., & Ho, W. (2000, May). Affordances: Clarifying and evolving a concept. In Graphics interface (Vol. 2000, pp. 179-186).
4. Zapata-Ros, M. (2014). Presentación Experiencias y tendencias en affordances de campus virtuales universitarios. Revista de Educación a Distancia, (42).
5. Kirschner, P. A. (2002). Can we support CCSL? Educational, social and technological af fordances.
6. Roger, S. P. (2002). Ingeniería de Software: Un enfoque práctico. McGraw Hill.

# Diseño e investigación de escenarios virtuales de aprendizaje en la universidad.

Elena Barroso, hbarroso25@gmail.com
Teresa Cabezas, cabezasteresa@gmail.com
Mariela Meljin, marielameljin@gmail.com

Instituto de Ciencias de la Educación. Facultad de Filosofía y Letras.
Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)

**Resumen.** La presente ponencia documenta parte del proceso de investigación desarrollado bajo la metodología *investigación basada en diseño* para la construcción de escenarios virtuales de aprendizaje en la universidad. La misma se produce con el objeto de compartir los procesos de investigación en relación a una de las etapas de dicha metodología con el afán de que la experiencia permita ser discutida y contrapuesta con otros investigadores. Se repasan brevemente los objetivos y el marco metodológico de dicho proyecto, y se explicitan las notas características con las que un escenario virtual de aprendizaje podría configurarse, las cuales responden principalmente a las formas del aprendizaje abierto, flexible, diverso y autónomo.

**Palabras clave:** escenario virtual de aprendizaje- investigación de diseño- aprendizaje abierto

## 1. Introducción

Los desarrollos educativos con tecnologías digitales y virtualidad en el ámbito universitario se han extendido de modo significativo en los últimos años, generalmente se trata del uso creciente de Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA) en plataformas de gestión institucional tipo LMS (sistemas de gerenciamiento de aprendizajes) y principalmente como complemento del cursado presencial.

Sin embargo esta expansión en cantidad de aulas virtuales no garantiza que en dichos entornos tengan lugar modelos educativos alternativos a los tradicionales de transmisión y reproducción y sean apropiados a formas de aprendizaje de la sociedad red. Estos entornos en muchas ocasiones son espacios "colonizados por viejos esquemas centrados fundamentalmente en el docente" (Prieto Castillo, 2006)[1]. También, y en paralelo a estos usos de la virtualidad, surgen otros entornos alternativos o complementarios a través de las redes sociales, entornos personales de aprendizaje (PLE), que favorecen procesos de construcción del conocimiento y el aprendizaje en red, y no siempre resultan ser reconocidos institucionalmente.

Ambos problemas -reproducción de modelos pedagógicos tradicionales y uso de otros entornos alternativos- recalan en la necesidad de buscar otra categoría más amplia que permita considerar estos otros entornos y a la vez propiciar interacciones y experiencias educativas relevantes. De acuerdo a este planteo, se considera la categoría

de **escenarios virtuales de aprendizaje (EsVA)** que reúne aspectos del aprendizaje formal, no formal e informal en vistas a una educación abierta, flexible, y colaborativa como categoría más amplia que la de "entorno"; y también como categoría alternativa para pensar y delimitar propuestas educativas que, aprovechando las potencialidades de las tecnologías digitales, supongan una formación acorde a las exigencias propias de la sociedad del conocimiento. Estos escenarios virtuales / escenarios de aprendizaje futuros (Salinas, 2016)[2] se configuran como una combinación e integración de las posibilidades pedagógicas de los entornos personales (PLE), sociales (redes sociales) e institucionales (LMS) de aprendizaje, y como alternativa a las prácticas de e-learning generalmente concentradas en los EVEA.

Un escenario virtual de aprendizaje supone

- "la incorporación de aspectos del aprendizaje informal y del no formal en los entornos formales
- el uso de metodologías centradas en el alumno
- la definición de las instituciones educativas como instituciones de gestión del conocimiento
- la concepción de ecología de aprendizaje
- la concepción del aprendizaje como un proceso adaptativo, dinámico, auto-organizado/ dirigido individualmente; estructurado informalmente; diverso; vivo." (Salinas, 2016:13)[3]

Los fundamentos teóricos de la categoría escenario virtual de aprendizaje se emparentan con el concepto de ecología o ecosistema digital, entendido como aquel espacio en el que las comunicaciones, la colaboración y la interacción se cristalizan en el espacio digital diluyendo barreras físicas y temporales. Estas nociones de ecología digital se corresponden con una concepción de aprendizaje abierto, flexible, diversificado, y reticular.

Además de explorar el concepto y los marcos teóricos que lo sustentan es preciso desafiar el contexto y avanzar en la configuración de tales escenarios y en el estudio de su impacto en los aprendizajes.

De acuerdo a ello el proyecto de investigación[4], que da marco a esta ponencia, toma como objeto de estudio a los escenarios virtuales de aprendizaje y lo hace tendiendo al diseño y desarrollo de tales dispositivos tecnopedagógicos. La pregunta de investigación central es ¿Cómo se configura, pedagógicamente, un escenario virtual tendiente a la promoción del aprendizaje abierto, autónomo, flexible y diverso? Como decisión metodológica se ha apelado a la investigación basada en diseños. En el periodo 2016-2018 se desarrolló la primera y segunda etapa, y en actual 2019-2021 se dispone a la implementación y evaluación del diseño que se configure, para dos unidades curriculares pertenecientes a dos carreras universitarias distintas, una Tecnicatura y una Especialización, completando las demás fases de la investigación.

## 2. Estudio de los escenarios virtuales. Decisiones metodológicas

Para estudiar los escenarios virtuales se ha optado por los aportes de la investigación basada en diseño. Principalmente porque la misma conlleva a la construcción de un dispositivo de aprendizaje, para su implementación y evaluación. Como tal tiene una implicación directa en la práctica y en el contexto que se estudian. Originalmente las investigaciones basadas en diseño habrían sido definidas como estudios

> "interesados en generar conocimiento que contribuya a mejorar la calidad de las prácticas instructivas en diferentes niveles, contextos y áreas disciplinarias. Son estudios de campo, en los que un equipo de investigación interviene en un contexto de aprendizaje particular para atender, mediante un diseño instructivo, al logro de una meta pedagógica explícitamente definida. El término diseño refiere específicamente al *diseño instructivo* que se elabora, implementa y se somete a escrutinio de investigación, de allí que los estudios se desarrollen, usualmente, en torno de la introducción de nuevos temas curriculares, nuevas herramientas para el aprendizaje de esos temas o nuevos modos de organización del contexto de aprendizaje" (Confrey, 2006)[5].

La investigación basada en diseño se ocupa de problemas concretos de la práctica, en los cuales sus actores deciden intervenir. Como tales exploran las posibilidades de crear entornos nuevos de enseñanza y de aprendizaje (Salinas, 2016)[6], en este caso: escenarios virtuales de aprendizaje (EsVA).

Se justifica su adopción en las intenciones de diseñar y construir, al menos, un escenario virtual de aprendizaje que tome las notas principales de las formas de aprender que se han constituido en nuestro presente, formas que interpelan a los modos de enseñar y aprender más tradicionales.

Además, dado que el objeto de estudio refiere a "nuevas" formas de concebir los procesos de aprendizaje y de enseñanza en la universidad, también se justifica la adopción de los aportes de este enfoque metodológico que se ocupa de la puesta en práctica e investigación de las novedades para comprender y optimizar sus desarrollos.

Sin lugar a dudas existen otras razones más que justifican haber prestado atención a este enfoque pero las más significativas las distingue M. Rinaudo (2010)[7] y pueden ayudar en esta síntesis:

- estar situado en contextos educativos reales,
- centrado en el diseño y prueba de intervenciones instructivas,
- uso de métodos mixtos,
- requerimiento de múltiples iteraciones para el refinamiento de los diseños,
- colaboración entre investigadores y docentes,
- interés en producir un impacto sobre la práctica, a la vez que convalidar, extender o generar nuevas teorías.

Del mencionado enfoque, se identifican los principales momentos:

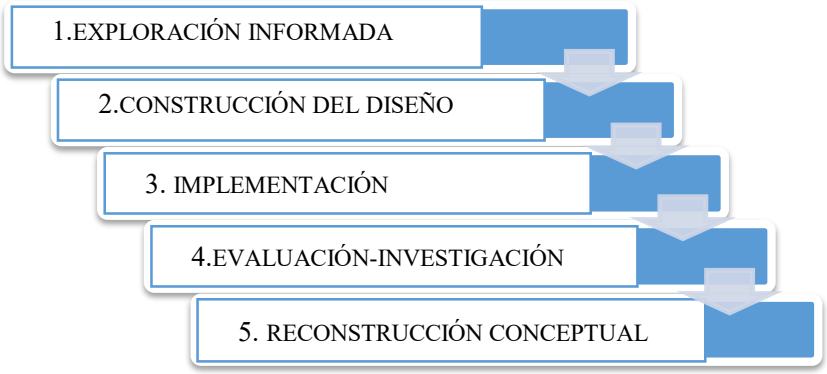



Figura 1. Etapas de la investigación de diseño. Elaboración propia. Informe de avance 2018

La etapa o momento "exploración informada" de la situación de partida fue resuelta con el estudio de tres asuntos o dimensiones, según se detalla a continuación:

1. Exploración informada
   1.1. Situación de partida: estudio de los EVEA existentes en la universidad
   1.2. Estudio de las condiciones institucionales: normativas que atienden al desarrollo de entornos virtuales en apoyo a la presencialidad.
   1.3. Estudio de experiencias educativas mediadas por TIC

En esta comunicación se documenta acerca del desarrollo del punto 1.3. Estudio de experiencias educativas mediadas por TIC tanto en los procedimientos que se llevaron a cabo como en los resultados obtenidos.

## 3. Análisis y resultados

Para el estudio de las experiencias educativas mediadas por TIC se llevaron a cabo Talleres de trabajo con el equipo de investigación los que básicamente consistieron en la exploración y observación de experiencias de aprendizaje mediadas por TIC, preferentemente en las que las investigadoras habían sido protagonistas como docentes o como estudiantes. Estos talleres se organizaron en torno a tres cuestiones: el análisis de los entornos personales de aprendizaje, la descripción de experiencias y la construcción colectiva de notas de los escenarios virtuales.

La primera intención de estos Talleres se orientó a la identificación y análisis de los entornos personales de aprendizaje (PLE) del equipo de investigación. El PLE es un entorno o, como dice Jordi Adell (2010)[8], una ecología o ecosistema de aprendizaje, un conjunto de contextos físicos o virtuales que proporcionan oportunidades para aprender. Se trata de una configuración única de elementos, herramientas, actividades, prácticas socioculturales, recursos y las relaciones de estos elementos entre sí.

En cuanto al aprendizaje y las tecnologías, Adell, J. y Castañeda, L. (2010)[9] señalan que los PLE constituyen nuevas maneras de entender el aprendizaje, incluso más allá de tecnologías como los *sistemas de gestión de aprendizaje* (aulas o campus virtuales alojados en plataformas, también conocidos como LMS por sus siglas en inglés), ya que focalizan en aquello que hacen los sujetos para aprender a partir de los desarrollos de la web 2.0, las herramientas y servicios que permiten acceder, procesar, crear y recrear información en forma individual o con otros. En esta perspectiva, lo interesante, es que se reconoce el aprendizaje que sucede por fuera de las instituciones educativas y las aulas en el plano del aprendizaje informal.

Volviendo al Taller, el criterio de análisis refirió a la presencia y uso de las TIC en relación a prácticas básicas y comunes que recorre un académico: ¿qué lee y en qué soportes tecnológicos? ¿Qué hace con lo que lee: escribe, comenta, produce otros textos, analiza, recrea, publica? ¿En qué sitios se relaciona con otros con los que aprende o de los que aprende? ¿Comparte lo que lee o lo que produce? ¿Colabora con otros en la elaboración de trabajos o producciones conjuntas? ¿Con qué recursos digitales?

Algunas de las conclusiones a las que se arribó permitieron resignificar el PLE como el conjunto de herramientas, fuentes de información, conexiones y actividades que cada persona utiliza de forma asidua para aprender y producir conocimiento. Es decir, que el entorno personal de aprendizaje incluye tanto aquello que una persona consulta para

informarse, las relaciones que establece con dicha información y entre esa información y otras que consulta; así como las personas que le sirven de referencia, las conexiones entre dichas personas y ella misma, y las relaciones entre dichas personas y otras que a la larga pueden resultarle de interés; y, por supuesto, los mecanismos que le sirven para reelaborar la información y reconstruirla como conocimiento, tanto en la fase de reflexión y recreación individual, como en la fase en que se ayuda de la reflexión de otros para dicha construcción.

Asimismo se pudo concluir que el PLE refiere a una forma sumamente personal, y por tanto única, de visualizar procesos, herramientas, sitios, personas, grupos o comunidades con los que alguien se comunica y aprende. Por tanto son las necesidades, los intereses, los saberes y las experiencias que tienen los sujetos y no la tecnología la que lo define.

Por otra parte, estudiar el o los PLE, sus características y configuraciones permitió advertir que esta ecología de aprendizaje, vinculada con las TIC, no se visibiliza en el ámbito universitario. Los docentes y los estudiantes hacen mucho más con las tecnologías que lo que realmente se reconoce y aprovecha en las prácticas de enseñanza y aprendizaje**.**

De allí, que la prevalencia del uso de EVEA, principalmente como complemento de la presencialidad de las cátedras, revela que aún se usa como un entorno cerrado que puede ser pensado casi exclusivamente desde la lógica del proceso de enseñanza y no del aprendizaje. Pero lejos de pretender contraponer LMS y PLE, se considera necesario acercarlos desde concepciones de aprendizaje abierto que unen el aprendizaje formal con el aprendizaje no formal e informal.

Por tanto, cabe preguntar si en los procesos de enseñanza y de aprendizaje universitarios se consideran y valoran los PLE de los estudiantes, y cómo construyen el conocimiento en y con las tecnologías. Dar valor o entidad a esos entornos, supone de alguna manera, un ámbito que resulta incierto a la función docente.

En consecuencia, es relevante también plantear qué puede aportar a la práctica docente el conocimiento de los PLE y de qué modo se consideran a los mismos en orden a promover procesos de construcción del conocimiento legitimado en el ámbito universitario. Conforme a los desarrollos institucionales actuales, constituye un desafío reconocer estos entornos de aprendizaje, identificar algunas de sus coordenadas (en tanto procesos y elementos comunes a los estudiantes) para desde allí establecer relaciones con los EVEA (en LMS) y por qué no con los EsVA. Sería interesante profundizar en sus relaciones con el constructivismo y las pedagogías emergentes, así como también su impacto en el concepto (y prácticas) relacionadas con escenarios virtuales.

Con respecto al segundo eje de los Talleres que se realizaron, se tomó como criterio la exploración de aquellas experiencias que resultaran alternativas a las formas más conocidas de funcionamiento y de diseño tecnopedagógico en la virtualidad. Para ello, se dio lugar a la construcción colaborativa de un mural en línea[10] que se constituyó en una colección de evidencias y recursos de las experiencias que cada integrante seleccionó. En los casos en que las experiencias habían sido vivenciadas por las integrantes del equipo se procedió, además, a la descripción y al relato. Ese relato que se cuenta como historia, convoca a la experiencia y sus significados, deja entrever por qué se elige tal experiencia, qué provocó, en materia de aprendizajes, qué interacciones se dieron en esa oportunidad, y desde allí avanzar en la justificación y explicitación de

las concepciones subyacentes a las mismas. Para este trabajo se requirió analizar los relatos.

Se describieron y analizaron varias experiencias, entre éstas:

- cursos cortos virtuales,
- cursos online, masivos y abiertos (MOOC),
- seminarios pertenecientes a carreras de posgrado,
- cursos de carreras de grado,
- comunidades virtuales de aprendizaje de docentes,
- experiencias de aprendizaje móvil,
- experiencias integradoras del PLE (entorno personal de aprendizaje).

Una primera conclusión de este momento de trabajo fue la identificación de las características de entornos y escenarios que resultaron significativas en tanto alternativas o diferentes de las ya conocidas y transitadas en el ámbito de la universidad principalmente. Por supuesto estas características no resultaron identificadas en una sola experiencia sino que surgen de la reunión de formas que se dan en una o en varias de las experiencias estudiadas.

El trabajo colaborativo del equipo permitió definir las características pedagógicas y propias del aprendizaje que servirían de base y marco teórico al diseño de un EsVA.

En el análisis se distinguieron, y sólo para ordenar las características, las siguientes dimensiones:

Una primera dimensión refiere a los rasgos más evidentes en cuanto a formas de los entornos y escenarios virtuales y a los modos de operar en los mismos:

- brevedad en cuanto al desarrollo en el tiempo, se trata de propuestas cortas o muy acotadas en el tiempo en las que se plantean desafíos o tareas semanales; también, muy acotadas en el contenido (conocidas como píldoras de aprendizaje);
- ubicuidad, posibilidad de acceder en cualquier momento y lugar desde un dispositivo móvil principalmente;
- posibilidad, en algunos casos, de escoger recorridos a partir de una acotada o una diversa selección de trayectos (lo cual convoca a la autonomía y a la apertura);
- posibilidad de la autoevaluación y la evaluación entre pares, apelación a la gamificación (retroalimentación inmediata)
- consideración de la web como gran recurso de información y de conocimiento, lo cual apareja la necesidad de competencias en la alfabetización informacional para la búsqueda, selección, análisis y producción de información;
- apelación a recursos hipermediales; tareas a resolver a través de distintas herramientas disponibles, de uso intuitivo con el correspondiente soporte tutorial;
- solicitud de producciones compartidas, exposición y comentario de producciones individuales;
- respecto a la forma, entornos híbridos, convocantes de varias plataformas, incluso las personales;
- aprovechamiento del hipermedio: infografías, audios, videos, videos intervenidos, textos breves;
- organización de una diversidad de recursos para vincular la propuesta principal con los entornos personales de manera genuina.

Una segunda dimensión, englobante de la anterior, refiere a la interactividad con los materiales; la interacción entre usuarios, entre aprendices, sus contextos y experiencias; el aprendizaje colaborativo; la generación de comunidades de aprendizaje; la transmedia, el uso de multiplataformas y el aprendizaje móvil.

Una tercera dimensión, refiere propiamente a características pedagógicas y propias del aprendizaje tales como:

- la centralidad de quien aprende y la promoción de la **autonomía** de aprendizaje. Siguiendo a S. Downes[11], autonomía no significa ausencia de restricciones o de estructura, sino la posibilidad de escoger distintos caminos alternativos, que impliquen una autodirección del aprendizaje;
- **diversidad** de trayectos y de conocimientos, de puntos de partida y de metas, de perspectivas; de voces y ambientes de aprendizaje, de tipos de actividades, con el consecuente desafío de mantener la unidad y la identidad aún en la diversidad;
- **apertura**, contenidos abiertos, disponibles y reutilizables; además supone apertura hacia distintos espacios de conocimiento;
- **interactividad** que supone intercambio y comunicación. Toda persona en un curso tiene y comparte contenido con todos o con algunos participantes, genera nuevas conexiones y da lugar a la creación de algo nuevo, un conocimiento que no existía (conocimiento emergente);
- **inteligencia colectiva** y aprendizaje social.

Se trata de características que ponen en cuestión al modelo transmisivo y reproductivo de enseñanza y aprendizaje. Y, tal como se ha referido anteriormente, se trata de la principal tensión hallada en el contexto de esta investigación.

Los resultados de las actividades de este primer momento o fase constituyen las bases para la definición del diseño del escenario virtual de aprendizaje y la propuesta de enseñanza.

## 4. Conclusiones

La investigación basada en diseño permitió abordar la exploración de entornos de aprendizaje y la identificación de las notas principales de las formas de aprender experimentadas las que, puestas en relación con el marco teórico, se perfilaron como nuevas formas de concebir los procesos de aprendizaje y por ende la enseñanza en la universidad.

Los escenarios virtuales permiten repensar los entornos de enseñanza y aprendizaje (centrados en plataformas LMS) en clave pedagógica y comunicacional, situarse en relación a la ecología del aprendizaje que se erige como característica distintiva de la sociedad red. Un escenario virtual en el que las relaciones entre el entorno o aula virtual, redes sociales, recursos digitales, espacios de comunicación, sitios que se consultan, narrativas transmedia, recorridos hipertextuales, tanto como los PLE de docentes y estudiantes, pueden ser consideradas en el diseño de propuestas pedagógicas y acompañen los aprendizajes a través de una dinámica horizontal, colaborativa y libre, promoviendo el reconocimiento de los aprendizajes no formales e informales en el ámbito universitario.

Las tecnologías no cambian ni mejoran por sí solas la educación; los cambios resultan del sentido y pertinencia de la propuesta pedagógica y aquí se advierte la necesidad, en la formación docente, de una formación pedagógica que tome como punto de partida una alfabetización digital, y no solo una alfabetización tecnológica o instrumental. Esta formación, construida en tramos que interrelacionen teoría y práctica, debería permitir al docente vivenciar, observar y analizar experiencias similares, no solo como profesor, sino también como integrante, estudiante, diseñador, colaborador, contenidista, de modo tal de advertir, desde el protagonismo, los procesos diversos que se promocionan y cómo éstos pueden mixturarse con los acostumbrados en la academia y la escuela.

## 5. Referencias

[1] Prieto Castillo, D. y van de Pol, P. (2006) *E-learning, comunicación y educación. El diálogo continúa en el ciberespacio*. Bogotá, Ed. RNTC

[2] Salinas, J. (2016) *La investigación ante los desafíos de los escenarios futuros*. En: RED. Revista de Educación a Distancia. Núm. 50, Art. 13. 15-jul-2016. Disponible en: https://www.um.es/ead/red/32/salinas.pdf

[3] Op. Cit.

[4] Proyecto de investigación "Escenarios virtuales de aprendizaje. Tensiones para la práctica docente en el ámbito universitario". Proyecto bienal-tipo 1 (2016-2018) UNCuyo. SECTYP: 06-G715

[5] Confrey, J. (2006). *The evolution of design studies as methodology*. En R. Keith Sawyer (Ed.) The Cambridge handbook of the learning sciences (pp. 135-152). Nueva York: Cambridge University Press.

[6] Op. Cit.

[7] Rinaudo, M. C., & Donolo, D. (1). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *Revista De Educación a Distancia*, (22). Recuperado a partir de https://revistas.um.es/red/article/view/111631

[8]Adell, J. (2014) Webinar #4: Entornos personales de aprendizaje, por Jordi Adell. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=xKUiBD6Ckmg

[9] Adell Segura, J. & Castañeda Quintero, L. (2010) "*Los Entornos Personales de Aprendizaje (PLE): una nueva manera de entender el aprendizaje*" En: Roig Villa R. & Fiorucci, M. (Eds.) Claves para la investigación en innovación y calidad educativas. La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la Interculturalidad en las aulas. Marfil – Roma TRE Universitar degli studi.

[10] Hacia un modelo de escenario virtual de aprendizaje. En: https://padlet.com/hbarroso25/jpn4p0geu5rg

[11] Stephen Downes desarrolla estos conceptos en una video conferencia denominada "*La condición semántica: conectivismo y aprendizaje abierto*" brindada en IBERTIC, Metas 2021 OEI, 2013.

Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=Oth_9v3RcuI

# Convergencia de procesos de docencia universitaria: El uso de la aplicación Teams de Microsoft

Mauricio Arrieta[1]

[1]Facultad de Humanidades
Universidad del Magdalena (Santa Marta D.T.C.H. - Colombia)
marrieta@unimagdalena.edu.co

Roberto Aguas[2]

[2]Facultad de Ingeniería
Universidad del Magdalena (Santa Marta D.T.C.H. - Colombia)
raguas@unimagdalena.edu.co

Edgar Villegas[3]

[3]Facultad de Humanidades
Universidad del Magdalena (Santa Marta D.T.C.H. - Colombia)
evillegas@unimagdalena.edu.co

Karen Buelvas[4]

[4]CETEP
Universidad del Magdalena (Santa Marta D.T.C.H. - Colombia)
kbuelvas@unimagdalena.edu.co

**Resumen.** La cantidad de procesos a los cuales hace seguimiento el docente universitario puede llegar a ser abrumadora. La mayoría de los docentes acuden al papel impreso y al correo para hacer seguimiento a estas actividades, sin embargo, las empresas tecnológicas empiezan a desplegar sus soluciones digitales dirigidas a docentes específicamente. La Universidad del Magdalena tiene licencia de Office 365 con Microsoft, que incluye una apuesta a la convergencia de procesos mediante la plataforma "Teams" y su enfoque de funcionamiento como *Hub* de canales multipropósito. La presente ponencia busca socializar los primeros pilotajes e implementaciones de la herramienta al interior de la universidad, dando a conocer los retos, beneficios y conclusiones al respecto.

**Palabras clave:** Autogestión docente, Microsoft Teams, Learning Management System (LMS), Coach.

# 1. Introducción

El uso de las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC), ha permitido introducir mejoras en la forma como se desarrollan los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como los procesos propios a la gestión y administración de las actividades académicas. El docente cuenta ahora con herramientas virtuales institucionales para que su gestión sea más efectiva en los diversos grupos que maneja o de los que hace parte. Sin embargo, el índice de adopción de estas herramientas es reducido en cobertura y en profundidad. En un primer análisis, es posible pensar que los docentes *deberían todos* adoptar las nuevas tecnologías, porque éstas permiten facilitar los procesos académicos de manera transversal. No obstante, esto está por comprobarse efectivamente[1], además, las implementaciones tecnológicas deberían ser más un diálogo que un proceso vertical de adopción[2].

Para dar inicio al discurso de la presente ponencia, partiremos del supuesto que la plataforma tecnológica *Teams* de Microsoft ayuda a organizar los distintos procesos académicos, investigativos y de autogestión del docente. La ponencia inicia con una revisión del contexto del docente universitario en relación con las TIC, seguidamente describe diversos escenarios para el uso de la herramienta *Teams* detallando las ventajas y desventajas encontradas y finaliza con las conclusiones de la experiencia.

# 2. Contexto del docente universitario y panorama TIC

Las responsabilidades de un docente pueden variar de una institución a otra y dependiendo de su tipo de vinculación, pero en términos generales suelen incluir: preparación, ejecución, asesoramiento y revisión de clases; asesoría de proyectos de grado (tesis, proyecto final, trabajo final, etc.); diseño y seguimiento a proyectos de investigación; autogestión y claustro docente (reuniones de docentes para planeación curricular), entre otros. La manera tradicional de hacer seguimiento a estos procesos puede limitarse al uso de correos electrónicos y papel impreso. Ambos sistemas resultan poco operativos por su escasa trazabilidad y organización. Buscar versiones no numeradas en el historial de correos puede ser tedioso, salvo que el docente sea juicioso y tenga las etiquetas bien organizadas y, aun así, será dispendioso encontrar una versión específica de algún trabajo calificado, de un borrador de artículo o de un anteproyecto para financiación.

Kirkup habla de los diálogos que son precisos para la adopción de las nuevas tecnologías por parte de los docentes de una institución académica. En lugar de imponer la implementación tecnológica, los directivos y/o docentes líderes de estos procesos deben dialogar con los otros docentes, para identificar mediante talleres cuáles son sus necesidades reales y ver de qué manera la implementación de las TIC puede convertirse en una verdadera herramienta de solución y no en un problema más[2]. Que la tecnología sea efectiva en la obtención de los objetivos de aprendizaje está aún por demostrarse, pero que puede facilitar el proceso de autogestión del docente es lo que nos ocupa en este documento.

Efectivamente, los dos gigantes tecnológicos que se disputan el territorio académico, Google y Microsoft, tienen dos aproximaciones distintas a la administración de los equipos virtuales de trabajo para la educación superior. El primero pone a disposición del usuario un portafolio de herramientas especializadas: *Calendar, Drive, Docs, Sheets, Forms, etc.*

La mayoría de los estudiantes tienen sus cuentas personales en Gmail. Algunos no tienen conocimiento de los correos personales de Microsoft (Outlook – Hotmail) y están acostumbrados a trabajar con Google Drive y su oferta de aplicaciones web, a pesar de la limitación de espacios a 15 GB. Algunos recurren a abrir varias cuentas o a vaciar constantemente su trabajo. El autor Tschabitscher, de la revista "*Lifewire*"[3] nos cuenta el número de correos electrónicos existentes a nivel mundial basado en el reporte del grupo Radicati[4], en el 2018 existían más de 3.8 billones de usuarios de email, tanto personales como laborales. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que los usuarios de correo suelen tener 2 o más cuentas con distintos nombres y fines.

Durante el 2018, Google contaba con más de *mil quinientos millones* (1.5 billones en el original en inglés) de usuarios de correo electrónico activos durante el mes de octubre, en comparación con el correo de Outlook que sumaba *400 millones* de usuarios activos a nivel mundial[3]. En el caso local, la Universidad del Magdalena ha contratado Office 365 para el uso institucional por parte de sus estudiantes, docentes y administrativos, sin embargo, el uso de la plataforma de Google está más generalizado y los usuarios suelen mostrarse reacios a cambiar el ecosistema de aplicaciones, ya que están familiarizados con Google Drive, Google Docs y Calendar. Se han efectuado campañas de difusión y estrategias de adopción de las plataformas de Microsoft, pero el nivel de cobertura al interior de la institución sigue siendo bajo.

La experiencia descrita en este documento es el resultado de la implementación de la herramienta *Teams* como punto de convergencia de los procesos que desarrolla un docente y, permite evidenciar las posibilidades de la plataforma para que los docentes logren administrar todos sus procesos de docencia desde una sola aplicación.

## 3. Distintos escenarios de uso de la plataforma "Teams" para la autogestión docente: Fortalezas y debilidades

En este apartado, se realiza una descripción de los distintos usos dados en esta experiencia a la plataforma *Teams*, enfatizando los beneficios, eficiencias y las falencias que se han presentado en la implementación. Es importante recordar, que los usos como LMS (*Learning Management System*) de la plataforma que nos compete fueron llevados a cabo en una clase de animación, en la cual cada estudiante tiene asignado un computador con acceso a Internet, lo cual facilita enormemente la implementación de la herramienta. Blikstad-Balas se cuestiona si es necesario este acceso a dispositivos 1 a 1, es decir, 1 dispositivo por estudiante[5], y si bien es una situación ideal que no aplica para la mayoría de los casos, para los efectos de la presente experiencia los estudiantes, además del acceso a la plataforma por medio de los computadores en el aula de clase, también podían hacer uso de la app en sus celulares.

Con la plataforma *Teams*, el docente puede organizar diversos equipos de trabajo: clases, asesorías, trabajo administrativo, entre otros. A nivel organizacional, resulta

práctico para el docente tener disponibles en un solo entorno todos los equipos en los cuales esté trabajando activamente (Fig. 1).

**Fig. 1.** Equipos de *Teams* con distintas finalidades: clases, asesorías y equipos de trabajo.

## a. Teams como plataforma de LMS

Los LMS estandarizados como Moodle, Blackboard, D2L, Canvas, entre otros, son plataformas robustas con un amplio abanico de herramientas para la gestión académica. Es posible afirmar incluso, que un docente promedio no alcanza a conocer y manejar todas las herramientas. *Teams* por su parte es una aplicación en desarrollo que está pensada a partir de un competidor corporativo (*Slack*) que facilita la comunicación al interior de una empresa. La plataforma, sin embargo, se ha convertido en un *hub* donde convergen diversas tecnologías de Microsoft (chat, notebook de clases, calendarios, entre otros) y se está transformando en una opción idónea para realizar seguimiento a grupos de clases, tareas, entregas de trabajos, revisión de contenidos (esto con la integración de las aplicaciones O*nenote* y *Sway).*

*Teams* se utilizó en el taller I de Animación del programa de Cine y Audiovisuales de la Universidad del Magdalena. La clase está diseñada con la metodología de aprendizaje basado en proyectos (APB) [6], adicionando principios de Backward Design [7] y elementos del modelo orientado a competencias del *Blended Learning* [8]. Los estudiantes saben, desde el inicio

de la clase, cuáles son las competencias que deben adquirir. Las actividades y recursos pedagógicos de cada resultado de aprendizaje están alojados en la plataforma y, los estudiantes pueden acceder a ellos tanto fuera como dentro de la clase. Los estudiantes acceden mediante las presentaciones *Sway* a los paso a paso de los procesos de creación artística y a los contenidos que deben conocer, de manera que pueden aprovechar al máximo el tiempo en clases para adelantar sus trabajos creativos, con el acompañamiento del docente en la resolución puntual de problemas y tienen la posibilidad de revisar los contenidos a su ritmo. Así mismo, pueden revisar las tareas asignadas, las fechas de entrega y las rúbricas empleadas en la evaluación (Fig. 2) [9].

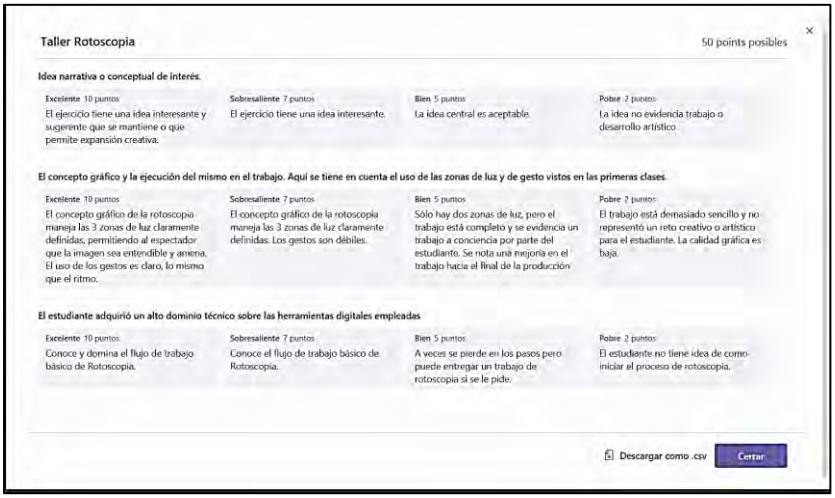



**Fig. 2.** Rúbrica de Taller de Rotoscopia en la clase de Taller I - Animación.

Los estudiantes pueden realizar publicaciones en los canales del equipo o comunicarse por medio de chats privados o grupales. Para amenizar la rigidez de una plataforma educativa, *Teams* ofrece el uso de *stickers*, *emojis* y de *gifs*. Es sorprendente el uso que los estudiantes le dan a estos recursos para interactuar y el nivel de calidez que esto le da a la plataforma. También pueden comentar en otras publicaciones y "reaccionar" con estados anímicos a la usanza de las publicaciones de redes sociales como Facebook. Esta integración puede ser controversial en una plataforma educativa, pero el resultado observado en esta experiencia evidencia un acercamiento más efectivo con los jóvenes.

A pesar de sus bondades, el sistema de evaluación en *Teams* no cuenta, a la fecha, con una tabla dinámica de calificaciones que permita al docente hacer ajustes en tiempo real y de fácil consulta para los estudiantes. En su lugar, permite descargar un archivo en excel con las notas de las distintas actividades de un curso, a la cual se le da formato para su socialización. Se espera que Microsoft atienda a futuro la implementación de una mejora en este proceso, así mismo, que se puedan crear actividades en grupo.

## b. Teams para asesorías a proyectos de grado

Para el caso del seguimiento a estudiantes de grado que, para este caso, desarrollan proyectos de creación artística acompañados de sus respectivos documentos de investigación-creación, el uso de los "canales" de la plataforma de *Teams*, permite hacer la revisión y retroalimentación a los distintos procesos de manera sincrónica o asincrónica. El estudiante sube al equipo de *Teams* que lleva el nombre de su proyecto, mediante el canal de "Documentos" o de "Storyboard", la versión actual de los elementos trabajados y, desde allí, el docente puede comentarlos directamente o puede modificar algunas partes si es preciso. En otro canal, puede hacer seguimiento de escritura de guiones, diseño de personajes y revisión de "cortes cinematográficos", esto es, versiones finales del producto audiovisual a entregar, siempre en contacto con el estudiante.

## c. Teams para trabajo colaborativo en equipos académicos o administrativos

Hasta ahora hemos visto la gestión que el docente puede tener con los estudiantes a manera de clases o asesoría de proyectos. Pero como hemos establecido, el docente también interactúa con otros docentes, en proyectos de investigación o de claustro académico, e interactúa también con administrativos. Dejando el correo a un lado, *Teams* ofrece articulación con una serie de herramientas (calendario, *planner*, *shifts*, *sharepoint*, entre otros) para facilitar la comunicación con distintos equipos de trabajo al interior del espacio académico (Fig. 3).

**Fig. 3.** Canales del Teams de producción de OVA del CETEP 2019.

Una de las actividades adelantadas en el pilotaje de la plataforma *Teams*, es precisamente el seguimiento a la producción de contenidos pedagógicos digitales en

el CETEP. En este proceso, se le hace acompañamiento aplicando la estrategia Coach-TIC a docentes innovadores que quieren implementar rediseños disruptivos en sus clases[10] y/o producir Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA). Bajo esta modalidad, cada docente tiene un canal asignado, con el título de su proyecto y su nombre propio. Al interior del canal, se deja constancia de cada asesoría, las tareas asignadas y los documentos que deben elaborarse, tales como guiones, insumos para infografías, presentaciones, links de consulta, entre otros. Se ha presentado situaciones, en que los docentes están demasiado ocupados y puede que demoren hasta un mes en retomar labores de su proyecto. En este caso usar la plataforma ha significado una ventaja, en la medida de que se puede retomar rápidamente los temas vistos en la última sesión, pero además que cada docente que hace parte del taller tiene acceso a los productos de sus compañeros, de donde puede tener inspiración, hacer comparaciones o unificar esfuerzos.

De manera inversa, el equipo de producción audiovisual, gráfica y pedagógica puede usar la plataforma para mantener a los docentes al tanto de los progresos sobre sus proyectos, pueden solicitar retroalimentación cuando hay dudas y pueden también hacer entrega formal de las versiones finales. En menor medida, este tipo de talleres son también el primer encuentro que el docente tiene con la plataforma de *Microsoft Teams*, y se convierte en una excusa para invitarlos a utilizarla en otros procesos académicos y de autogestión.

## 4. Conclusiones

- La plataforma *Teams* representa un cambio de paradigma al interior del gigante tecnológico Microsoft. *Teams* apuesta por la integración y convergencia de aplicaciones en el abanico de aplicaciones de *Microsoft* para la educación. Esta convergencia es agradecida por los docentes y directivos académicos, pues es más sencillo manejar y explicar el uso de una sola aplicación en la que convergen otras herramientas, en lugar de explicar las herramientas por separado. Nuevas herramientas como *Teams, To-do* y *Flow*, dan cuenta de un *Microsoft* que está más dispuesto a escuchar el feedback de los usuarios.
- *Microsoft Teams* ha avanzado en las herramientas que requiere un LMS para poder ser competitivo. Creación de tareas, hoja de calificaciones, espacios de trabajo colaborativo, entre otros. Aún le hace falta la asignación de tareas en equipo y la facilidad de copiar ciertos elementos de grupos anteriores a la hora de crear grupos nuevos, se espera que estas falencias sean atendidas en nuevas versiones.
- La versatilidad que brinda la aplicación de la plataforma de *Teams*, facilita enormemente la adopción por parte de estudiantes y docentes reacios a las nuevas tecnologías. Así mismo, que se ofrezca como alternativa de comunicación ante sistemas de mensajería más personales como *Whatsapp y Facebok Messenger*, fortalecen la invitación a utilizarlo en comunicaciones institucionales; sin dejar de usar las otras aplicaciones, puede llegar a ser más un complemento formal que un reemplazo completo.

- *Teams* es una plataforma que se encuentra en evolución constante. Más que una solución de integración TIC robusta para implementar en los espacios académicos, es un escenario flexible, que permite la exploración de nuevas herramientas virtuales dentro y fuera del aula.

## 5. Referencias


1. Livingstone S (2012) Critical reflections on the benefits of ICT in education. Oxford Rev Educ 38:9–24. https://doi.org/10.1080/03054985.2011.577938
2. Kirkup G, Kirkwood A (2005) Information and communications technologies (ICT) in higher education teaching—a tale of gradualism rather than revolution. Learn Media Technol 30:185–199. https://doi.org/10.1080/17439880500093810
3. Tschabitscher H (2019) How Many People Use Email Worldwide? In: Lifewire. https://www.lifewire.com/how-many-email-users-are-there-1171213. Accessed 17 Sep 2019
4. THE RADICATI GROUP I (2018) Email Statistics Report, 2018-2022
5. Blikstad-Balas M, Davies C (2017) Assessing the educational value of one-to-one devices: have we been asking the right questions? Oxford Rev Educ 43:311–331. https://doi.org/10.1080/03054985.2017.1305045
6. Reverte Bernabeu JR, Javier Gallego Sánchez A, Molina Carmona R, et al El Aprendizaje Basado en Proyectos como modelo docente. Experiencia interdisciplinar y herramientas Groupware
7. Wiggins G, Mctighe J Understanding by Design Chapter 1. What Is Backward Design?
8. Valiathan P Blended Learning Models
9. Phillips T (2018) Rubric Grading Criteria in Microsoft Teams Assignments – Tony Phillips. In: Tony is here. https://www.tonyishere.co.uk/rubric-grading-criteria-in-microsoft-teams-assignments/. Accessed 22 Sep 2019
10. Villegas E, Aguas R, Buelvas K (2017) COACH-TIC : Propuesta de formación de docentes universitarios en uso creativo de las TIC en la enseñanza. In: XVIII ENCUENTRO VIRTUAL EDUCA 2017

# Uso de la animación 3D en la enseñanza de la aplicación de la segunda ley de Newton al movimiento circular uniforme.

Eugenio Castellón[1], Roberto Aguas[1], Mauricio Arrieta[2], Daniel Marín[2]

[1]Universidad del Magdalena, Facultad de Ingeniería,
Carrera 32 # 22-08 sector San Pedro Alejandrino,
Santa Marta D.T.C.H., Colombia
{ecastellon, raguas}@unimagdalena.edu.co

[1]Universidad del Magdalena, Facultad de Humanidades,
Carrera 32 # 22-08 sector San Pedro Alejandrino,
Santa Marta D.T.C.H., Colombia
{marrieta, danielmarinem}@unimagdalena.edu.co

**Resumen.** La presente ponencia condensa la experiencia de crear y utilizar animación bidimensional y tridimensional para explicar conceptos de física a nivel universitario. Dicha experiencia hace parte del diplomado "Innovación Educativa con TIC" desarrollado por el Centro de Tecnologías Educativas y Pedagógicas (CETEP) de la Universidad del Magdalena, el cual se fundamenta en la estrategia Coach-TIC, como iniciativa de acompañamiento a docentes en sus propuestas de innovación al interior del aula.

**Palabras clave:** Animación 3D, Fuerza centrípeta, OVA, Educación superior, Ley de Newton.

## 1. Introducción

La humanidad tiene la necesidad constante de readaptarse a su entorno, para tal fin ha generado toda serie de estrategias que le han permitido pasar de la era de las cavernas a la era informática, de pintar en las cuevas con sangre de animales a generar una serie de contenidos digitales para smartphones [1], computadores y demás dispositivos en los que tiene a la mano toda clase de información. Así mismo, evolucionan los métodos educativos para enseñar a las nuevas generaciones a utilizar estas herramientas y a desenvolverse en sus respectivos contextos. En la era de las cavernas era preciso aprender a usar un martillo de piedra, hoy las herramientas son sumamente poderosas, complejas y evolucionan constantemente, el docente debe mantenerse actualizado de las nuevas posibilidades, tanto para su uso como para su enseñanza [2].

Desde el Centro de Tecnologías Educativas y Pedagógicas (CETEP) de la Universidad del Magdalena, en el marco del diplomado en Innovación Educativa con

TIC se aplica una metodología propia llamada “Coach TIC” [3], donde se acompaña al docente en la elaboración de recursos educativos innovadores que le faciliten la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación - TIC en sus actividades de aprendizaje, con el fin de incentivar al estudiante a aprender de una manera más dinámica, ajustada a sus tiempos y capacidades tecnológicas.

La presente ponencia recoge una de las experiencias más visuales y dinámicas del diplomado, consistente en la elaboración de una serie de videos animados en 2D y 3D, que buscan explicar las características del Movimiento Circular Uniforme (MCU).

## 2. La animación en la enseñanza de la física

El aprendizaje activo, convierte al estudiante en el actor más importante del aprendizaje [4], él es el responsable de su propia formación [5] y demanda contenidos dinámicos e interactivos para tal fin. La producción de estos contenidos puede representar un desafío para el docente, quien debe asumir un nuevo rol en el proceso de formación de sus estudiantes, el de creador de contenidos digitales atractivos en un contexto globalizado.

De acuerdo con algunos de los principios señalados por la Asociación Americana de Psicología, APA, en Kapp [5], la creatividad del alumno, el pensamiento de orden superior y la curiosidad natural, estimulan la motivación intrínseca a través de tareas novedosas y con niveles de dificultad que captan el interés personal y que le permiten elegir y controlar sus decisiones y acciones, lo cual es posible porque factores psicológicos internos controlados por los estudiantes, como la motivación por aprender, está condicionada por su estado emocional, creencias, intereses, metas y hábitos de pensamiento, determinantes en todo proceso de enseñanza-aprendizaje centrado en el estudiante [4].

Explorando las maneras en las que se ha procurado dinamizar el aprendizaje de la física en el aula, nos encontramos con plataformas virtuales colaborativas como *Second Life*, la cual aprovecha los simuladores digitales para propiciar entornos de experimentación con distintos fines: estudios sociales, interacciones virtuales, dinámicas de juego, pero también estudios y aprendizaje de física:

> “A diferencia de otros metaversos, como *Google Lively*, donde las leyes físicas no se tienen en cuenta seriamente, *Second Life* es posiblemente el entorno virtual más realista en el mercado, ya que los objetos están controlados por el software *Havok*. Este poderoso software se ha utilizado en la creación de muchas películas aclamadas internacionalmente a lo largo de los años, como *Troy, X-Men: The Last Stand, Harry Potter y la Orden del Fénix*... " [6]

La gran acogida de usuarios a nivel mundial, la robustez de sus simuladores y lo atractivo del universo virtual han permitido toda clase de laboratorios y experiencias de aprendizaje para temas de física al interior de la plataforma de *Second Life*. El docente

Castellón manifestó su interés en implementar un recurso similar para el desarrollo de su clase, sin embargo, por efectos de tiempo y producción, se le hizo la contrapropuesta de realizar un prototipo viable, focalizado en una serie de videos animados, que permitiera allanar el terreno hacia entornos más interactivos en futuras iteraciones de la experiencia.

Una ventaja que se tiene con la animación es la facilidad con la cual el espectador puede captar e interiorizar la información que está recibiendo. El uso de elementos gráficos contribuye a que la imagen audiovisual sea más amena y dinámica, al tratarse de un tema de física donde se muestra la relación de fuerzas real que hay en una carretera con y sin inclinación, el uso de animaciones en 3D es de gran utilidad ya que muestra la diferencia que existe entre una curva plana y otra inclinada, esta variante que se denomina peralte, permite mantener altas velocidades evitando que un automóvil derrape en la curva y las animaciones utilizadas permiten hacer visible esas fuerzas.

En resumen, la experiencia con el uso de animaciones para enseñanza de la física posibilita a los estudiantes contar con elementos visuales que facilitan la comprensión de los conceptos en un contexto virtual que simula una situación real, lo que acerca a los estudiantes a una mejor comprensión de la aplicación de los conceptos teóricos a la realidad.

## 3. Retos y experiencia previa de la clase.

En semestres anteriores el tema de Movimiento Circular Uniforme, la ley de Newton y otros de la asignatura de “Física mecánica”, eran impartidos magistralmente con el apoyo del tablero acrílico. El docente escribía en el tablero las ecuaciones, las gráficas ilustrativas y los ejemplos, limitado por su propia capacidad descriptiva y pictórica.

De igual forma, los estudiantes podían tomar fotos de los contenidos del tablero o tomar apuntes, pero como es de esperar, estos recursos son bastante limitados. Otro recurso del docente eran las diapositivas en *Power Point*, con la limitación de lo estático de las imágenes.

A pesar de que esta es la forma tradicional de realizar una clase, en muchos casos el impacto en el aprendizaje de los estudiantes no resulta satisfactorio, lo cual se refleja en que no todos los estudiantes logran terminar con éxito la asignatura y deben repetirla el siguiente semestre. Además, el método de medición es una evaluación escrita para la cual los estudiantes repasan los conceptos y realizan mecánicamente ejercicios de entrenamiento más que un análisis de lo que implican sus cálculos, lo cual no garantiza que los conocimientos realmente sean asimilados.

Como respuesta a estas necesidades identificadas y teniendo en cuenta la importancia de las TIC para propiciar la construcción de saberes en los estudiantes, se inicia el trabajo para la construcción del OVA que se describe a continuación.

## 4. Desarrollo e implementación del OVA

La realización del objeto virtual de aprendizaje - OVA llamada Movimiento Circular Uniforme, surge de la necesidad de facilitar la temática con un medio visual (video animado), el cual fue realizado con técnicas de animación 2D y 3D, con programas como *Powtoon* y *Blender*, valiéndose de uso de avatares, elementos infográficos y explicaciones animadas en render 3D para dejar claro la reacción que tienen los objetos en un espacio real.

Al inicio del proceso, el docente atiende el llamado a la convocatoria de propuestas e ideas para generación de OVA. Es seleccionado junto con los proyectos más destacados. Acto seguido recibe cursos de manejo de herramientas de infografía y animación, asesorado bajo la metodología Coach-TIC. El docente trabaja entonces el guion de los tres videos y graba la voz en off. Es importante resaltar, que el equipo de trabajo del CETEP está conformado por docentes con dedicación horaria y estudiantes practicantes, de manera que los OVA terminan siendo un producto verdaderamente académico.

El OVA del Movimiento Circular Uniforme es una serie compuesta por tres videos que explican progresivamente con ecuaciones, gráficos y distintos ejemplos animados, los principios físicos del tema de estudio. El tema del primer video es la cinemática del movimiento circular, explicada en tres ejemplos: un carro en una rotonda, un carro en una carretera curva y un juego mecánico con forma de pulpo (ver Fig. 1), puede visualizar el video en el siguiente link: https://www.youtube.com/watch?v=qlaE_2MNMBY

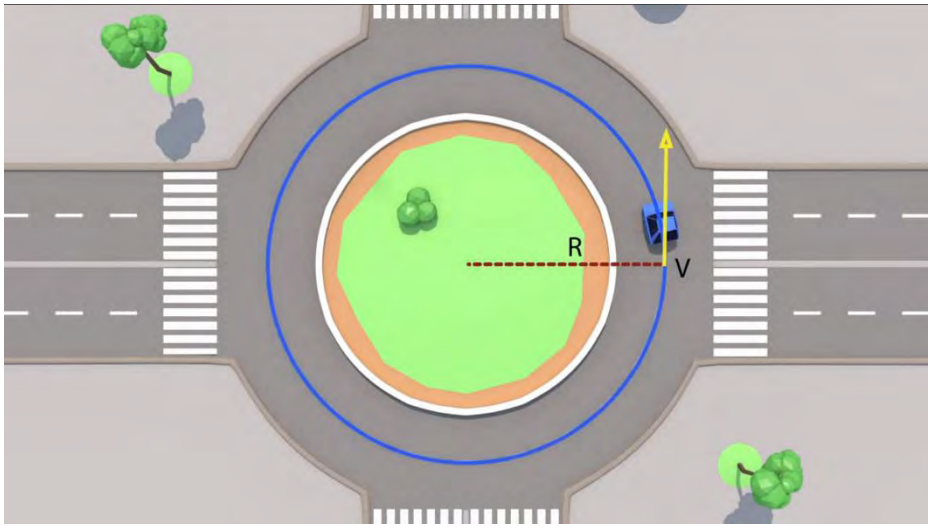



**Fig. 1.** Fotograma del primer video explicando el MCU mediante un coche animado.

El segundo vídeo continúa con la cinemática del movimiento circular uniforme, explicando el procedimiento para calcular la magnitud y dirección de la velocidad

angular y explica la segunda ley de Newton (ver Fig. 2), puede visualizar el video en el siguiente link: https://www.youtube.com/watch?v=ECLUfEwi-FU

**Fig. 2.** Fotogramas del segundo video. Dirección de la velocidad angular y segunda ley de Newton.

En el tercer video se muestran tres ejemplos de la aplicación de la Segunda ley de Newton al MCU: el péndulo cónico, la rapidez máxima de un automóvil en una curva y el mismo coche en una curva peraltada. (ver Fig. 3). Puede visualizar el video en el siguiente link: https://www.youtube.com/watch?v=mqBlCpoiWbg

**Fig. 3**. Fotograma de tercer video. Las animaciones tienen un estilo minimalista *low-poly* y atractivo.

Los estudiantes reciben por correo, previo a la clase, el *link* para acceder al OVA, sin embargo, el número de visualizaciones fue menor que la cantidad total de estudiantes que recibieron la información. Una vez en el salón de clases, el docente proyecta la serie de videos del MCU que incluyen ejemplos y problemas de libros universitarios de mecánica[7, 8]. Se detectó que los estudiantes tenían un preconcepto negativo al formato del video, ya que esperaban la imagen tradicional del profesor dando clases en el tablero. Los estudiantes reaccionan positivamente al avatar y a la

voz del docente y a las animaciones empleadas. El profesor no depende ya enteramente del tablero acrílico y lo usa únicamente para puntualizar elementos específicos del tema o para resolver dudas que surjan de los estudiantes.

Una vez terminada la clase el docente envía a los correos de los estudiantes los vínculos para visualizar los contenidos. Los estudiantes pueden verlos a su ritmo, revisarlos y aclarar las dudas que hayan podido quedar de lo visualizado en clases.

## 5. Conclusiones y trabajo a futuro

- El uso de animación en las producciones audiovisuales en entornos académicos otorga gran flexibilidad en la elaboración de contenidos, acercando a los espectadores a los temas transmitidos, lo que resulta ser un excelente apoyo para fines docentes y administrativos al momento de hacer pedagogía sobre un tema específico o al momento de transmitir una información de interés.
- La animación brinda enormes posibilidades para utilizar diferentes recursos tales como: videos 2D y 3D, infografía, fotos, etc. Esta multiplicidad de formatos es bienvenida en los procesos académicos, tanto en la elaboración de contenidos de parte del docente, como también para invitar a los estudiantes a que participen en la construcción de éstos.
- Los OVA suelen estar pensados para alojarse en plataformas como YouTube, de manera que los estudiantes puedan acceder a ellos en cualquier momento. La duración de estos videos es importante para garantizar que serán vistos por las audiencias objetivo. Si un video demora 30 minutos explicando un tema, será preferible grabar 6 videos de 5 minutos en lugar de un solo video. Se recomienda fragmentar los contenidos en piezas pequeñas, dispuestos en listas de reproducción, de manera que el usuario final tenga una navegación y exploración de contenidos simplificada.
- Los OVA se consolidan como un excelente recurso de consulta para antes y después de la clase presencial. La animación aporta un nivel didáctico que aumenta la probabilidad de éxito en la recepción por parte de los estudiantes.
- Este primer piloto confirma las hipótesis iniciales sobre los grandes beneficios educativos que tiene la implementación de animaciones en la enseñanza de la física. Basados en la positiva reacción de los estudiantes, la meta ahora será la de escalar el proyecto y vincular en la medida de lo posible, experiencias de entornos virtuales tridimensionales. Tener gafas de Realidad Virtual y Realidad Aumentada que permitan manipular sólidos desplazándose en el espacio y entendiendo las propiedades de la física en el proceso.

## 6. Referencias


1. Gibson KR, Ingold T (1993) Tools, language, and cognition in human evolution. Cambridge University Press
2. Norris C, Hossain A, Soloway E (2011) Using Smartphones as Essential Tools for Learning; A call to place schools on the right side of the 21st century. Educ Technol May-June:
3. Villegas E, Aguas R, Buelvas K (2017) COACH-TIC : Propuesta de formación de docentes universitarios en uso creativo de las TIC en la enseñanza. In: XVIII ENCUENTRO VIRTUAL EDUCA 2017
4. APA (1997) Leaner-Centered Psychological Principles: A Framework for School Reform and Redesign. Washington, DC
5. Kapp K (2013) Gamification as Learner-Centered Instruction « Karl Kapp. In: KarlKapp
6. Dos Santos RP (2009) Second Life Physics : Virtual, Real or Surreal? J Virtual Worlds Res 2:. https://doi.org/10.4101/jvwr.v2i1.383
7. Serway RA, Jewett JW (2008) Física para ciencias e ingeniería. Volumen 1., 7th ed. Cengage Learning, México
8. Young H, Freedman R (2009) Física universitaria. Volumen 1., 12th ed. Pearson Educación, México

# Enseñanza de Negocios Internacionales: una experiencia gamificada con TIC

Katya Igirio Gamero[1]

[1]Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas
Universidad del Magdalena (Santa Marta D.T.C.H. - Colombia)
kigirio@unimagdalena.edu.co

Mauricio Arrieta[2]

[2]Facultad de Humanidades
Universidad del Magdalena (Santa Marta D.T.C.H. - Colombia)
marrieta@unimagdalena.edu.co

Roberto Aguas[3]

[3]Facultad de Ingeniería
Universidad del Magdalena (Santa Marta D.T.C.H. - Colombia)
raguas@unimagdalena.edu.co

Karen Buelvas Ferreira[4]

[4]Centro de Tecnologías Educativas y Pedagógicas
Universidad del Magdalena (Santa Marta D.T.C.H. - Colombia)
kbuelvas@unimagdalena.edu.co

Daniela Segrera Trujillo[5]

[5]Centro de Tecnologías Educativas y Pedagógicas
Universidad del Magdalena (Santa Marta D.T.C.H. - Colombia)
dsegrera@unimagdalena.edu.co

Kevin Romero Castro[6]

[6]Estudiante Facultad de Humanidades
Universidad del Magdalena (Santa Marta D.T.C.H. - Colombia)
kevinromerojc@unimagdalena.edu.co

**Resumen.** El Centro de Tecnologías Educativas y Pedagógicas - CETEP de la Universidad del Magdalena, ha venido trabajando para incorporar nuevas metodologías pedagógicas que se apoyen en las TIC para facilitar los procesos académicos. En la presente ponencia, se relata la experiencia de trabajar metodologías ágiles para idear nuevas apuestas pedagógicas incorporando TIC para la enseñanza de la negociación internacional.

**Palabras clave:** Aprendizaje activo, gamificación, academia, TIC.

# 1. Introducción

Una de las líneas de acción del Centro de Tecnologías Educativas y Pedagógicas – CETEP de la Universidad del Magdalena, es la implementación transversal de tecnologías para la transformación del aula de clase y, para el cumplimiento de su misión, ha venido desarrollando capacitaciones y experimentos en conjunto con los docentes de la Universidad aplicando una metodología propia llamada COACH TIC, que tal como la describen Villegas, Aguas y Buelvas [1], surge como respuesta a la necesidad de involucrar las TIC en los procesos académicos, incorporando ideas relacionadas con el concepto de formador de formadores y de coach, para consolidar una propuesta de entrenamiento a los docentes en el uso de TIC enfocadas en la educación. El proceso de diseño de cada Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) ha sido realizado como parte de las actividades del Diplomado en innovación educativa con TIC, que brinda a los docentes la posibilidad de construir conocimiento desde su propia experiencia y, de esta forma, promueve el cambio de viejos paradigmas en la educación, para que empiecen a atender las necesidades de los estudiantes de la era digital.

Es así como, docentes de varias áreas se han dejado contagiar de este espíritu de innovación pedagógica y, con el apoyo del equipo de trabajo de este centro, han ideado, diseñado e implementado prototipos pedagógicos que respondan a las necesidades de su asignatura, aplicando las técnicas asimiladas en este proceso. Este documento, describe una de las experiencias más significativas de esta iniciativa que involucra varias estrategias pedagógicas puestas en marcha por la docente Katya Igirio Gamero para abarcar la temática: Negociación en Asia, en la asignatura "NEGOCIACIÓN INTERNACIONAL". El ejercicio realizado, permite evidenciar en el entorno real las posibilidades que brindan las Tecnologías de la Información y la Comunicación - TIC para mejorar los procesos académicos

# 2. Herramientas Pedagógicas

Para esta propuesta, se hizo uso de metodologías de ideación ágil como *Design Thinking* [2], que acopla todos los aspectos relacionados del diseño innovador con el espíritu del diseñar pensando en el ser humano[3]. Por su parte, la gamificación que consiste en adaptar conceptos, elementos y principios de diseño de juegos, en entornos distintos al ocio como en los ámbitos empresarial y educativo [4], se convierte en la mejor estrategia para mantener la motivación, reducir la deserción, facilitar la comprensión de las temáticas abordadas en los cursos y alcanzar los objetivos propuestos [5] y por último, el enfoque desde el aprendizaje activo, que convierte al estudiante en el actor más importante [6], siendo responsable de su propia formación y demanda contenidos más dinámicos e interactivos.

A través de la mecánica de juego resulta más interesante aprender, solucionar problemas, aumentar el rendimiento y participación de los estudiantes en las actividades y estrategias de evaluación basadas en el aprendizaje activo y, además de generar una actitud más positiva de los alumnos y crear un ambiente más agradable en el aula [7], posibilita transformar una actividad rutinaria y poco atractiva, como el aprendizaje de contenidos, en una actividad dinámica y motivante [8].

Considerando que, de acuerdo con la Asociación Americana de Psicología - APA, la creatividad del alumno, el pensamiento de orden superior y la curiosidad natural, estimulan la motivación intrínseca a través de tareas novedosas y con niveles de dificultad que captan el interés personal y que le permiten elegir y controlar sus decisiones y acciones [6]. Según Kapp [8], la curiosidad, como elemento en la gamificación, de la misma manera que el misterio y la fantasía, se convierten en el motor que afecta positivamente el estado emocional del estudiante, cuando interioriza las instrucciones y se proyecta como el personaje principal en la estructura del juego, lo que le facilita apropiarse de su aprendizaje.

Por otra parte, Mora Ramírez [9] asegura que la integración y uso de las TIC en la enseñanza de los negocios internacionales es un "asunto de competencias comunicativas", lo que implica entonces que tanto los futuros profesionales en negocios internacionales como los empresarios, deben implementar mecanismos encaminados a la apropiación de las TIC y utilizarlas para fortalecer la gestión de la información, construcción de escenarios que faciliten la toma de decisiones, reducir la incertidumbre, minimizar riesgos y hasta reducir costos en las negociaciones, ya que se puede contactar a la contraparte por videoconferencia [10].

## 3. El tema y los retos de la asignatura

El arte de negociar está presente, no solo en la esfera comercial, también en lo político, económico y laboral, entre otras áreas de la vida cotidiana, por lo que es necesario que se haga de manera correcta para que produzca el beneficio mutuo de las partes involucradas. Los tratados de libre comercio (TLC), las fusiones corporativas, la cooperación internacional, los proyectos conjuntos de desarrollo tecnológico, entre otras situaciones han puesto en evidencia la necesidad de saber negociar teniendo en cuenta, tanto las ganancias comerciales como la cultura de los involucrados.

Una de las culturas donde más se evidencia esta necesidad es la asiática, una región con hermosos paisajes heterogéneos y que resalta por su dinamismo, emergencia y proyección a futuro[11]. Es por estas características, que se convierte en el caso de estudio ideal para que los estudiantes desarrollen las destrezas que requieren.

El curso Negociación Internacional, tiene como objetivo que los estudiantes aprendan las diferentes técnicas y modelos de negociación para que puedan reconocer estrategias, tácticas y perfiles de negociaciones interculturales que le faciliten la toma de decisiones acertadas en los simulacros de negociación sobre situaciones hipotéticas o reales presentadas en los casos de estudio.

Para esta experiencia en particular, se contó con la participación de los 56 estudiantes matriculados en el curso de Negociación Internacional, los cuales durante todo el semestre trabajaron los diferentes modelos de negociación intercultural, lo que les brindaría el conocimiento necesario para aprender a tomar decisiones acertadas a partir del análisis de estilos de negociación, costumbres, sistema legal, protocolo, saludos, lenguaje verbal y no verbal y algunos tips para tener éxito en los negocios y lo que se debe evitar para no fracasar en las negociaciones con la cultura asiática.

Al final del curso de negociación los estudiantes debían organizar una feria cultural denominada "Tras la Ruta de la Seda", con el objetivo de darle a conocer a la

comunidad académica lo que se había aprendido sobre 9 de las culturas más representativas del mundo asiático y que despiertan mayor curiosidad e interés para cualquier persona: Turquía, India, Vietnam, Singapur, Filipinas, China, Corea del Sur, Japón y Rusia, para ello, cada grupo debía realizar una presentación interactiva y lúdica para captar el interés del público y transmitirle la información necesaria para poder jugar y avanzar en los diferentes niveles del concurso: la "Ruta de la Seda".

## 4. Experiencia previa de la temática

En semestres anteriores, la temática era introducida magistralmente con la ayuda de diapositivas, donde se abordaban las técnicas disponibles para realizar negociaciones y para el caso de estudio, negociación en Asia, se exploraban los aspectos más relevantes de su cultura al momento de desarrollar una negociación. En esta actividad, la docente aparece como actor principal y salvo algunas muy breves intervenciones de los estudiantes, se daba por concluido el tema que podía llevar entre 3 y 4 horas al semestre.

Analizando esta propuesta pedagógica, es posible determinar que, aunque es la forma convencional de realizar una clase, el impacto en el aprendizaje del estudiante no resulta satisfactorio, considerando que el método de medición era una evaluación escrita para la cual los estudiantes repasan los conceptos momentáneamente, lo cual no garantiza que los conocimientos realmente sean asimilados.

Por iniciativa de la docente, se crea un taller de trabajo grupal denominado la "Ruta de la Seda", en donde los estudiantes debían asumir un rol como parte de uno de los países asiáticos y exponer a sus demás compañeros los aspectos más relevantes de la cultura del país que, por sorteo, debían profundizar. Esta fue una primera forma de cambiar el paradigma metodológico y un primer paso al proceso que posteriormente acompañaría el CETEP.

Actualmente, ha tomado importancia la postura de que los estudiantes sean el centro del proceso de aprendizaje, que es el principio fundamental del Aprendizaje Activo o *Active Learning* [12] y, que el conocimiento no sea transmitido sino construido con base en sus propias experiencias. Con este pensamiento, surge la inquietud por aplicar herramientas de *active learning*, gamificación y las TIC para propiciar la construcción colectiva del conocimiento.

Es así como surge la idea de realizar una teleserie en la cual los estudiantes participaran activamente en la creación de productos audiovisuales con el apoyo de CETEP, lo que conllevó a modificar el proceso de evaluación. En este sentido, la producción de la "Teleserie, se constituyó en una manera diferente de aprender, a través de la superación de retos (entregables), siguiendo las reglas establecidas, con el objetivo de educar utilizando la diversión como medio de formación[13]

En esta apuesta, se recurre a una herramienta muy popular para gamificar la evaluación llamada Kahoot, que se ha posicionado en el gremio docente gracias a su facilidad de uso, potencialidad para dinamizar el trabajo en el aula y su accesibilidad al ser gratuita. Sin embargo, la propuesta para esta asignatura cambia el paradigma habitual para el uso de Kahoot, brindando la posibilidad de utilizarlo de forma

autogestionada por parte de los estudiantes. A continuación, se describe con mayor detalle la experiencia.

## 5. Implementación

Considerando las necesidades planteadas para la asignatura y como resultado de un trabajo de construcción conjunta entre el CETEP y la docente, nace una apuesta pedagógica que enriquece y conserva el nombre de la primera iniciativa: "La Ruta de la Seda", de la que hacen parte varias estrategias para innovar en la clase.

Inicialmente, la docente propone la realización de la teleserie: Aprendiendo a decidir en una negociación internacional, con el objetivo de evidenciar, en tres capítulos, la forma adecuada de negociar diferentes temáticas, abordar diferentes culturas y utilizar técnicas y estilos de negociación estudiados que les conduzcan a elaborar las estrategias adecuadas para conseguir los resultados esperados en cada caso de negociación planteado.

En el **primer capítulo**, se abordarán temas sobre legislación, significado de cada tema para diferentes culturas (asignadas por el docente), cómo se regula, cuáles son las sanciones de acuerdo con lo establecido por la Organización Mundial del Comercio.

**Segundo Capítulo**, se hablará de aspectos culturales de cada país, forma de negociar, estilos, sistema político, económico, protocolo, colores y fechas adecuadas para negociar, riesgo país, acuerdos internacionales y bloques de integración a los que pertenecen, entre otros aspectos relevantes para entender la forma de negociar.

**Tercer Capítulo**, se asignan dos países a cada grupo para que realicen el simulacro de negociación final, en el que mostrarán la manera adecuada de negociar y los errores más comunes que debemos evitar.

Luego de analizar su propuesta, el CETEP identifica que el proyecto es muy ambicioso en cuanto a la extensión de los contenidos que se desean abordar y, en sesiones de coaching con la docente se define un alcance realizable para obtener así un producto mínimo viable, por lo que se escoge el continente asiático: China, India y Japón, en el cual se centrará la temática abordada en la teleserie de cinco capítulos. Además, en lugar de realizar los capítulos con la docente como protagonista de la serie, se optó por involucrar a los estudiantes en su realización.

Se organizan los grupos, asignando un país y una temática a abordar y empieza la construcción colaborativa de los guiones con la información relevante sobre negociación en forma de tips, para que se facilite a los espectadores la asimilación de los contenidos. Con el apoyo del equipo de realizadores del CETEP, que cuenta con profesionales de Cine y Audiovisuales además de practicantes y ayudantes (estudiantes) del mismo programa, se realizan las grabaciones y realiza el montaje de los videos, incorporando opciones de accesibilidad (subtítulos) y elementos gráficos como complemento, con la finalidad de resaltar y dinamizar los aspectos más relevantes del tema, ya que según Alonso Valdivieso [14], los elementos gráficos son de gran ayuda para y asimilar la información o conceptos, además de que facilita el aprendizaje de conceptos complejos, haciéndolos atractivos y divertidos.

Con base a lo anterior, la miniserie que puede ver en el enlace: https://bit.ly/2kxhBUq, tuvo como dinámica mostrar al estudiante desde un plano

medio en un tercio de imagen, hablando sobre la cultura china en general, por su puesto con imágenes de apoyo en el espacio negativo que refuerzan la idea principal, Motion Graphics cuyo estilo animado facilita la interpretación de conceptos chinos y da una visión más amplia del cómo es la cultura oriental. Con imágenes y/o símbolos se logra relacionar ideas que, por el grado de complejidad o cantidad de información, deben ser adecuados para la mejor captación de los datos (ver Fig.1).

**Fig. 2.** Miniserie: Negociando en la interculturalidad, muestra con gráficos incorporados

Simultáneamente se diseña, en conjunto con la docente, la estrategia de evaluación con Kahoot. Para esto, se toma en consideración que parte de la experiencia diseñada para los estudiantes, contempla la realización de una feria con el nombre “Ruta de la Seda” donde cada grupo colocará un stand en un sitio abierto de la Universidad, con elementos alusivos a la cultura del país que tiene asignado, reflejando los aspectos más relevantes, desde la vestimenta, costumbres culinarias, entre otras.

**Fig. 1.** Feria “Ruta de la Seda”

En ese evento, se realiza el lanzamiento de la teleserie, con la ayuda de un televisor que se instala en un sitio estratégico y que proyecta en un bucle los videos, brindando información continua a los espectadores sobre el tema tratado en la actividad. Surge entonces la inquietud: ¿cómo abordar una evaluación gamificada en un ambiente abierto, en el que el docente no tiene el control de los medios? Para ello, se diseñaron cinco estaciones de juego, en cada una de las cuales habría un código QR con la información del enlace para que se juegue el Kahoot diseñado con las preguntas para dicha estación; se organizó a los participantes en parejas, en donde existían los siguientes roles:

- Capitán: Encargado de leer el código QR en cada estación para descubrir el pin de juego y leer las preguntas y opciones de respuesta.
- Segundo al mando: El responsable de ingresar el pin de juego, los nombres de los integrantes y seleccionar las respuestas discutidas con el capitán.

**Fig. 2.** Miniserie: Negociando en la interculturalidad, muestra con gráficos incorporados

Considerando que los cuestionarios se encontraban en la cuenta de la docente, las jugadas de cada grupo se registraban y, de esta forma, la docente tendría el control de la información generada. Al final de la actividad, la docente, en una puesta en común, aclaró las dudas que podían existir sobre la temática.

## 6. Conclusiones

- Los estudiantes de la asignatura Negociación internacional, manifestaron en las entrevistas consignadas en el video de la experiencia, su opinión positiva respecto a este tipo de iniciativas que buscan dinamizar el trabajo de clase, con la que se sintieron motivados y en la que participaron activamente.
- La teleserie, se convierte en un Objeto Virtual de Aprendizaje - OVA de gran ayuda para los estudiantes de próximos semestres, teniendo la posibilidad de ser complementada con nuevos videos sobre otras culturas, lo que permite seguir aplicando el concepto de active learning en el futuro con esta metodología.
- La evaluación gamificada permitió a los estudiantes tener mayor autonomía en su proceso de evaluación y a la docente contar con una medición de la forma cómo los estudiantes han podido asimilar los conceptos. Aunque la evaluación con Kahoot se realizó como diagnóstico, es decir, sin carga de puntos en la asignatura, los estudiantes participaron voluntariamente y evidenciaron la utilidad de la evaluación para tener una retroalimentación de lo aprendido.
- Estas actividades pueden ser aplicadas a otras asignaturas, para abordar temáticas extensas optimizando el tiempo y potenciando el trabajo autónomo de los estudiantes.

## 7. Referencias


1. Villegas E, Aguas R, Buelvas K (2017) COACH-TIC : Propuesta de formación de docentes universitarios en uso creativo de las TIC en la enseñanza. In: XVIII ENCUENTRO VIRTUAL EDUCA 2017
2. Dym CL, Agogino AM, Eris O, et al (2005) Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning. J Eng Educ 94:103–120. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2005.tb00832.x
3. Brown T, Funk C (2012) Design Thinking
4. Ruth S. Contreras Espinosa y Jose Luis Eguia (Eds.) (2016) Gamificación en aulas universitarias
5. Vargas-Enríquez J, García-Mundo L, Genero M, Piattini M (2015) Análisis de uso de la Gamificación en la Enseñanza de la Informática. In: Actas de las XXI Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática. pp 105–122
6. Association AP (1997) This historical document is derived from a 1990 APA presidential task force (revised in 1997). Alvarez, K., Garofano, C. M. (2004). An Integrat
7. Zepeda Hernández S, Abascal Mena R, López Ornelas E (2016) Integración de gamificación y aprendizaje activo en el aula. Ra Ximhai 12:315–325
8. Kapp KM (2012) The Gamification of Learning and Instruction Game-Based Methods and Strategies for Training and Education Focus Take-Aways
9. Mora Ramírez ÁJ (2013) Las TIC en la enseñanza de los negocios internacionales Un asunto de competencias comunicativas. PANORAMA 3:. https://doi.org/10.15765/pnrm.v3i7.211
10. Arenas JAC, Baena JJ Apropiación y uso de TIC para la negociación internacional: Comparación entre la ciudad de Medellín y Colombia / Appropriation and use of ICT for international negotiation: Comparison between the city of Medellin and Colombia
11. Cabeza D, Jiménez C, Corella P (2013) Negociación Intercultural. Estrategias y técnicas de negociación internacional, Marge Book. Marge Books, Barcelona
12. Huber GL (2008) Aprendizaje activo y metodologías educativas Active learning and methods of teaching. Tiempos cambio Univ en Eur número ext:59–81
13. Michael D, Chen S (2005) Serious Games : Games That Educate, Train, and Inform. Thomson Course Technology PTR, Boston
14. Alonso Valdivieso C (2015) Enseñar con Motion Graphics. Rev Latinoam Tecnol Educ [online] 14:75–84. https://doi.org/10.17398/1695-288X.14.3.75

# La pedagogía como garante de la calidad educativa en la mediación computacional

Beatriz Elena Giraldo Tobón[1] – Ana María Aparicio[2] – Fernanda Marcucci[3] – Elena Campo-Montalvo[4] – Félix Andrés Restrepo Bustamante[5]

Campus Virtual - CVUDES
Maestría en Gestión de la Tecnología Educativa
Universidad de Santander (Colombia)
[1]ana.aparicio@cvudes.edu.co - [2]beatriz.tobon@cvudes.edu.co - [5]felix.restrepo@cvudes.edu.co

[3]Escola de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (EFLCH)
Universidad de Guarulhos (Brasil)
fernandamarcucci@gmail.com

[4]Departamento de Automática
Universidad de Alcalá (España)
elena.campo@uah.es

**Resumen.** La didáctica orienta la elección de recursos y demás materiales que pueden cautivar en un ambiente de aprendizaje. Asimismo, aduce que implica la identificación, combinación e integración de recursos pertinentes (saber-hacer de aplicación, saber-hacer de resolución) a fin de resolver las tareas complejas que exige la competencia. Así, el docente debe formarse para llevar a cabo prácticas pedagógicas innovadoras, pertinentes y en contexto, que permitan a los estudiantes adquirir habilidades para ser competentes y creativos en el mundo globalizado. Así, la tarea de la educación busca generar competencias en los docentes actuales con el fin de innovar su práctica pedagógica y así poder enriquecer escenarios educativos en forma interactiva y cautivadora haciendo uso de las TIC. Por lo anterior, se fortalecen tres estrategias: competencias tecnopedagógicas en los docentes para un proceso educativo exitoso, herramientas tecnológicas como mediadoras de las prácticas de aula y recursos educativos digitales recomendados a los docentes en espacios de interdisciplinariedad e innovación.

**Palabras clave:** Estrategias pedagógicas, herramientas TIC, recursos educativos digitales.

## 1. Competencias tecnopedagógicas en los docentes para un proceso educativo exitoso

El propósito de las competencias tecnopedagógicas, es guiar el proceso de desarrollo docente para la innovación educativa pertinente con uso de TIC. Se retoma la conceptualización que realiza el Ministerio de Educación de Colombia, donde precisa las competencias que deben desarrollar los docentes dentro del contexto específico de

la innovación educativa con uso de TIC. El Ministerio competencia como "el conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, socio afectivas y psicomotoras apropiadamente relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad en contextos relativamente nuevos y retadores" [1].

De manera más particular, son diversos autores los que determinan la definición de **competencia tecnológica docente** como:

- "Valores, creencias, conocimientos, capacidades y actitudes para utilizar adecuadamente las tecnologías, incluyendo tanto los ordenadores como los diferentes programas e Internet, que permiten y posibilitan la búsqueda, el acceso, la organización y la utilización de la información con el fin de construir conocimiento" [2].
- "La competencia con buen criterio pedagógico-didáctico y su conciencia de sus implicaciones para las estrategias de aprendizaje y la formación integral de los estudiantes" [3].
- "Estrategias que el educador debe ser capaz de activar, para facilitar el aprendizaje alcanzando mayores niveles de logro y promover procesos de mejora e innovación permanente en los procesos formativos" [4].

Lo anterior, sumado al despliegue valorativo para asumir la ética en la red, el manejo de recursos tecnológicos y la protección de datos.

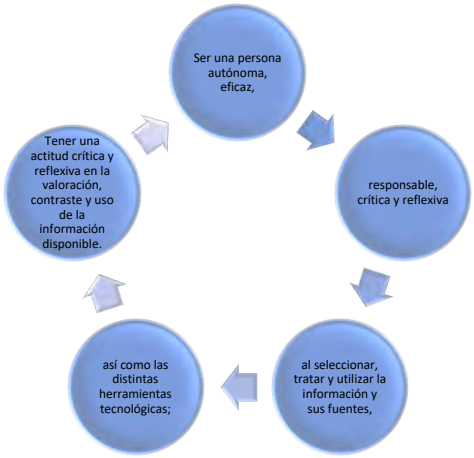



**Fig. 1.** La competencia tecnopedagógica implica [4].

Es necesario analizar los estándares de competencias en tecnología para consolidar el perfil docente propuesto por UNESCO, donde se promueven fundamentalmente tres enfoques: nociones básicas de las tecnologías, profundización del conocimiento y generación del conocimiento, a través de las siguientes tareas [5]:

- Planificación y diseño de experiencias de aprendizaje en ambientes presenciales y virtuales.
- Desarrollo y conducción de experiencias de aprendizaje colaborativas presenciales y en red.

- Orientación, guía y evaluación de los procesos de construcción del conocimiento de los alumnos en entornos presenciales y virtuales.
- Medio ambiente, la salud y la seguridad laboral con el uso de las TIC en la profesión Docente.
- Gestión del crecimiento y desarrollo profesional con apoyo de las TIC.
- En la investigación, se potencia el desarrollo e innovación pedagógica.

## 2. Herramientas tecnológicas como mediadoras de las prácticas de aula

Se toma la base desde una pedagogía innovadora que incluya la tecnología como recurso motivador para que el estudiante logre los aprendizajes esperados. En este punto es interesante revisar el concepto de didáctica como "las relaciones regulares entre el hecho de enseñar y el aprendizaje y está, por tanto, más unida al proceso de instrucción" [6], cuyo "carácter práctico y normativo que tiene como objeto específico la técnica de la enseñanza, esto es, escoger los recursos y herramientas apropiadas para enseñar es tarea de la didáctica" [7].

El aprendizaje es en esencia un cambio producido por la experiencia, desde factores que se observan en los siguientes factores:

**Fig. 2**. Factores para enseñar con las TIC como mediadoras en el aula.

### 2.1. Tecnologías para el trabajo en el aula

Las competencias tecnopedagógicas aplicadas en contexto, propician un aprendizaje significativo y cooperativo que permite, durante el intercambio de información, la

adquisición valiosa de conceptos, puntos de vista y estrategias que permitan el fortalecimiento de los conocimientos en el campo profesional [8].

La correcta utilización de las herramientas tecnológicas disponibles en las instituciones educativas sirve como elemento motivacional dentro de los procesos de formación académica de los estudiantes, así mismo permiten la transversalidad de diferentes áreas del conocimiento, y conllevan a una formación dinámica, responsable y autoformativa. El estudiante se siente más comprometido con su formación pedagógica y por ende obtiene mejores resultados en lo relacionado con su aprendizaje.

En el ejercicio docente se recomienda crear ambientes de aprendizaje cautivadores, que combinen el correcto uso pedagógico con atractivas herramientas, tales como:

**Plataforma Edmodo**

Es una herramienta tecnológica, social y gratuita, para el desarrollo de contenidos, empleando la transversalidad entre las diferentes áreas del currículo, pero de igual forma puede emplearse para estudiar una sola disciplina. Lo cual facilita al docente el uso de dicha red social, puesto que se adapta fácilmente a los requerimientos y necesidades educativas del mismo, sin dejar a un lado a los estudiantes los cuales son partícipes en todas las actividades que se desarrollan en dicha red [9].

Su uso pedagógico permite: crear comunidades y grupos privados de docentes, alumnos y padres, proporcionar un espacio de comunicación entre los diferentes roles mediante mensajes y alertas, gestionar, compartir y publicar recursos multimedia, asignar tareas a los alumnos y gestionar sus calificaciones, gestionar el calendario de clase, conceder insignias a los alumnos como premios a su participación en el grupo y crear subgrupos para facilitar la gestión del trabajo en equipo.

Asimismo, facilita la comunicación entre estudiantes – docentes – padres en un entorno cerrado y privado, permitiendo el desarrollo y cumplimiento de actividades virtuales en grupos y equipos de trabajo, y fomentando las relaciones y la colaboración entre ellos [10, 11].

**G Suite**

G Suite es el paquete de utilidades web de Google: Docs, Drive, Gmail, Hojas de cálculo, Presentaciones, etc., que proporcionan soluciones prácticas para las tareas más básicas de edición de textos, trabajo con hojas de cálculo y creación de presentaciones, entre otras.

La autonomía de acceso a las herramientas, su compatibilidad con ©Microsoft Office y su uso didáctico, facilitan el desarrollo del trabajo en equipo y brindan una enorme ventaja en relación con la trazabilidad que requieren los procesos de un determinado proyecto [12].

**Filmora**

Se trata de un software de producción de edición de video casero, todo en uno, que cuenta con una potente funcionalidad y un conjunto de funciones totalmente apiladas, que facilita a los docentes crear objetos de aprendizaje [13].

**LearnEnglishKids**

Es un sitio web, presentado por el British Council, que contiene muchos juegos en línea gratuitos, canciones, historias y actividades para niños. Proporciona a los docentes

artículos sobre cómo ayudar a los niños a aprender inglés, videos sobre el uso del inglés en el aula e información sobre cursos presenciales en todo el mundo [14].

**JClic**

Se trata de un entorno con múltiples aplicaciones para el aprendizaje, que permite crear aplicaciones interactivas multimedia, permitiendo trabajar aspectos procedimentales de diversas áreas curriculares, desde la educación inicial hasta la secundaria.

El software JClic se caracteriza porque ajustar los niveles de dificultad a las necesidades pedagógicas de sus estudiantes, a través de juegos interactivos como rompecabezas, ejercicios de texto, ejercicios de asociación, palabras cruzadas, entre otros. Las actividades se encuentran empaquetadas en proyectos, los cuales tienen una o más secuencias, y ofrecen opciones de retroalimentación al éxito-fracaso [15].

**PhET**

Se trata de un laboratorio *on line* que ofrece una gran variedad de simulaciones interactivas para la física, química, biología, ciencias de la tierra y las matemáticas. Todas las simulaciones vienen con una guía para el profesor y están diseñadas con un mínimo de texto, por lo que fácilmente puedan ser integradas en cualquier curso.

La aplicación del simulador PhET permite un aprendizaje activo, participativo, característico, acrecentando el nivel de participación del estudiante, cumplimiento de tareas y actividades, y el interés por el tema de estudio; siendo las PhET un puente conceptual entre actividades de laboratorio, resolución de ejercicios y explicación de fenómenos de la vida real [16].

## 2.2. Tecnologías para el trabajo autónomo

Uno de los medios electrónicos que más ha impactado en educación son las plataformas y softwares educativos que permiten que los estudiantes aprendan de una forma autónoma, porque están elaborados para motivar al educando en ciertas habilidades a través de la manipulación de objetos como en el caso de los simuladores, de los programas, de los juegos interactivos, entre otros.

Se trata de herramientas útiles para que el docente complemente su actividad pedagógica mediante actividades interactivas específicas para las áreas de geometría y matemáticas. A continuación, se describen algunas de ellas:

**Cabri Geometre**

Este programa fue diseñado por Jean Marie Laborde y Franck Bellemain para construir y analizar propiedades de los cuerpos geométricos, manipular cuerpos en el plano de dos dimensiones, determinar área, perímetro, hacer animaciones, demostrar diferentes teoremas como el teorema de Pitágoras, entre otros. Asimismo, permite a los estudiantes desarrollar habilidades del pensamiento geométrico tales como: visualización, reconocimiento, transformación, análisis, planteamiento de conjeturas y deducción informal de teoremas mediante su uso [17].

**GeoGebra**

Programa interactivo diseñado por Markus Hohenwarter, como una herramienta práctica para enseñar matemáticas, que combina elementos geométricos con la parte

algebraica, lo cual permite relacionar diferentes gráficas 2D y 3D con la expresión que la representa. La ventaja que presenta con respecto al anterior es, que además se pueden analizar funciones polinómicas.

En las investigaciones realizadas sobre la aplicación de este software en las practicas pedagógicas se concluye que: "el uso de GeoGebra promueve un pensamiento más geométrico, favorece múltiples representaciones de conceptos geométricos, ayuda a evitar obstáculos algebraicos que permite centrarse en los conceptos geométricos, así como resolver los problemas de otra forma y desarrollar una gran variedad de estrategias de resolución, asociadas con distintos usos del programa" [18, 19].

**Derive**

Herramienta digital creada para la enseñanza de la matemática en donde se puede realizar diferentes procesos que involucran números, ecuaciones, funciones, expresiones algebraicas, matrices, funciones relacionados con algebra, trigonometría, y análisis, entre otras aplicaciones [20].

**ProFuturo**

Se trata de una plataforma global de educación digital cuyo objetivo es promover la igualdad en la educación, utilizando herramientas digitales y formando a docentes para aplicarlas, por medio de las "aulas digitales", en donde se enseñan conocimientos y metodologías; acercando las tecnologías a las aulas y a los espacios en donde ocurre el proceso de enseñanza aprendizaje [21].

Esta plataforma incorpora una serie de objetos de aprendizaje reutilizables y diseñados con propósitos pedagógicos.

## 2.3. Otras tecnologías para la educación virtual

En la actualidad, los sistemas educativos de todo el mundo se enfrentan al desarrollo de utilizar las TIC para proveer a sus estudiantes con las herramientas y conocimientos necesarios que se requieren en el siglo XXI [5].

En el caso de la educación virtual, en cualquiera de sus modalidades, se emplean habitualmente Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA). Se trata de espacios virtuales en línea diseñados para facilitar los procesos pedagógicos, en los que el docente se convierte en un guía, en alguien que dirige, orienta y propone recursos; mientras que en el caso del estudiante se fomenta la responsabilidad, la apropiación, la colaboración e interacción con las herramientas tecnológicas que se le presentan.

Lo anteriormente expuesto permite que el conocimiento sea constructivista, colaborativo, dinámico y participativo, se aprende jugando, ya que, gracias a las TIC, los estudiantes tienen la oportunidad de acceder a clases lúdicas donde ellos se convierten en el eje central del aprendizaje, todo esto mediado por las diversas herramientas tecnológicas que les ofrece el mundo actual [22].

**Moodle**

Se trata de un EVA que puede contener recursos pasivos como los archivos o las páginas web, activos/colaborativos como los glosarios o las bases de datos, herramientas de comunicación asíncrona como los foros o la mensajería interna, o herramientas de comunicación sincrónica como los chats; así como herramientas que

soportan la auto-evaluación, la co-evaluación o la evaluación por rúbricas, tales como los cuestionarios, los talleres o las tareas [23].

Según Martinez de Lahidalga [24], Moodle es un software libre, "ecológico y está catalogado como una herramienta *e-learning,* es decir, que posibilita el aprendizaje no presencial de los alumnos. Moodle es sencillo y potente a la vez que nos otorga gran libertad y autonomía a la hora de gestionar los cursos. Nos ofrece un montón de ventajas en las clases en línea, o completar el aprendizaje presencial y las tutorías de alumnos virtuales. Tres son los grandes recursos de Moodle: gestión de contenidos, comunicación y evaluación. […] La plataforma resulta muy útil para los alumnos ofreciéndoles un servicio automatizado y personalizado a sus necesidades e intereses, permitiendo el ritmo individual y las diferentes perspectivas o ritmos de aprendizaje. El acceso al conocimiento de la asignatura a través de secuencias didácticas de aprendizaje facilita de una manera sencilla e intuitiva la navegación por el curso".

**Educaplay**

Es una plataforma colaborativa que permite crear y compartir recursos en torno a las TAC (Tecnologías de Aprendizaje y Conocimiento) para uso exclusivo de la comunidad educativa y con fines no lucrativos. Educaplay está dirigida a la comunidad de formadores (profesores o autores de contenidos) de habla hispana e inglesa que quieran disponer de recursos multimedia para incorporar a su labor docente o desarrollo de contenidos; así como a todo aquel que desee aprender de una forma interactiva sobre cualquier tema.

La plataforma permite crear un ambiente propicio para crear secuencias didácticas mediadas por las herramientas TIC, para lo cual necesita de un reconocimiento de la comunidad escolar donde se va a aplicar, mirar el entorno social de los estudiantes, sus características culturales y edades promedio [25].

**WebQuest**

Barba Corominas [26] define las webquest como "una actividad de investigación guiada con recursos Internet que tiene en cuenta el tiempo del alumno. Es un trabajo cooperativo en el que cada persona es responsable de una parte. Obliga a la utilización de habilidades cognitivas de alto nivel y prioriza la transformación de la información". Por otro lado, se considera a la webquest como una actividad didáctica basada en supuestos constructivistas del aprendizaje y la enseñanza que se basa en técnicas de trabajo en grupo por proyectos y en la investigación de actividades básicas de enseñanza-aprendizaje.

**S**u creador, Bernie Dodge, las ideó para que los estudiantes hicieran buen uso del tiempo, se enfocaran en utilizar la información más que en buscarla, y en apoyara el desarrollo de su pensamiento en los niveles de análisis, síntesis y evaluación.

Por otro lado, pedagógicamente las webquest deben ser una herramienta que logre el aprendizaje constructivista, de modo que, si se siguen los pasos, se facilitará el trabajo del estudiante para que pueda interactuar con su entorno y aprender más fácilmente las áreas del conocimiento [26].

**Hot Potatoes**

Es un conjunto de seis herramientas de autor, creado por el equipo del *University of Victoria*, que admiten elaborar ejercicios interactivos de respuesta múltiple, de respuesta corta, crucigramas, actividades de unir/ordenar y de rellenar los huecos [27].

**Kahoot!**
Se trata de un servicio web de educación social y gamificada, que recompensa a quienes progresan en las respuestas con una mayor puntuación. Con esta herramienta, el profesor crea concursos en el aula para aprender o reforzar el aprendizaje, y donde los estudiantes son los concursantes, que pueden crear su propio avatar y contestar a una serie de preguntas por medio de un dispositivo móvil [28].

Este uso pedagógico de los dispositivos móviles, tales como smartphones o tabletas "ha redibujado el panorama educativo, aportando a la educación no sólo movilidad sino también conectividad, ubicuidad y permanencia". Asimismo, facilita la construcción del conocimiento, la resolución de problemas y el desarrollo de habilidades [29, 30].

Kahoot! tambien proporciona una función pedagógica y formativa en la evaluación, aportando información útil para la adaptación de las actividades de enseñanza-aprendizaje a las necesidades del estudiante, mejorando la cualidad de la enseñanza en general [28].

## 3. Conclusiones

Las tecnologías digitalizadas, constituyen un apoyo valido y eficiente como mediadoras de estrategias didácticas, al fortalecimiento de las competencias digitales en los docentes, también puede decirse que, como consecuencia de ello, se mejora el aprendizaje y se promueve un entorno constructivista de aprendizajes significativos a partir de la relación entre conocimientos teóricos y prácticos [31].

Google brinda ventajas y beneficios a la gestión docente en cuanto reduce los tiempos y los recursos necesarios al proceso de evaluación, a la que, complementariamente, le agrega fiabilidad y mayor objetividad frente a los procesos tradicionales [32], además de potencializarla como fuente de información que, aparte de medir los aprendizajes, contribuye a la toma de decisiones por los diferentes actores del escenario educativo como docentes, estudiantes, directivos institucionales, familias y tomadores de decisiones de políticas educativas.

La implementación de elementos tecnológicos en los procesos educativos influye tanto en las competencias tecnológicas, como en la generación de nuevo conocimiento, factores ambos que, aportan al mejoramiento de los desempeños del docente [33], circunstancia que ha de apoyar las gestiones de aprendizaje y formación integral de los estudiantes. Además de contribuir, como lo refiere el mismo autor, a la adaptación de la educación a las exigencias que le presentan el mundo y la sociedad actuales, donde predomina una visión del desarrollo social como crecimiento económico [34] en la que el conocimiento y la tecnología se renuevan de forma constante y acelerada.

Las condiciones producidas por el entorno educativo dinamizado por estrategias pedagógicas y mediadas por herramientas de comunicación sincrónica y asincrónica, como un foro de integración de ideas, diálogos, reflexiones e interacciones en torno de las TIC en el contexto educativo, incrementan la motivación en los docentes por la

apropiación, uso e implementación de TIC en sus prácticas pedagógicas y en consecuencia de ello interés por avanzar en su alfabetización digital [35].

Los docentes dejan ver mayor interés, reconocimiento y aceptación por la tecnología y su inmersión en el campo educativo [36]. A partir de lo anterior se infiere más factible el avance de la integración de las TIC en el aula, en contexto de desarrollar fases que superen el "aprender de las TIC" y máxime en la educación superior, donde el máximo aporte es el trabajo colaborativo y cooperativo entre estudiantes y docentes [33].

## 4. Referencias


1. Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2016). *Colombia le apuesta a la tecnología y a la innovación para elevar la calidad de la educación*. https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-358498.html?_noredirect=1 (Consultado el 8 de octubre de 2019).
2. Gutiérrez Martín, A., Palacios Picos, A. y Torrego Egido, L. (2010). *La formación de los futuros maestros y la integración de las TIC en la educación: anatomía de un desencuentro*. Revista de Educación. 352: 1-17. http://www.revistaeducacion.educacion.es/re352/re352_TIC.pdf.
3. Cabero Almenara, J. y Barroso Osuna, J. (2016). *Formación del profesorado en TIC. Una visión del modelo TPACK.* Cultura y Educación. 28(3): 647-663. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=56636__53.
4. Maldonado, M.E. (2018). *El aula un espacio propicio para la formación en competencias tecnológicas*. Sophia. 14(1): 39-50. http://doi.org/10.18634/sophiaj.14v.1i.822.
5. UNESCO. (2013). *Uso de TIC en educación en América Latina y el Caribe: análisis regional de la integración de las TIC en la educación y de la aptitud digital*. Instituto de Estadística de la UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000219369. (Consultado el 25 de octubre de 2019).
6. Fainholc, B. (2000). *Formación del profesorado para el nuevo siglo: aportes de la tecnología educativa apropiada*. Lumen Humanitas, Buenos Aires.
7. Alavez Guitiérrez, J.M. (2017) *Google Forms como instrumento de medición de conocimientos*. https://vinculando.org/beta/google-forms-instrumento-medicion-conocimientos-basicos.htm. (Consultado el 25 de octubre de 2019).
8. Pérez de A, M.C. y Telleria, M.B. (2012). *Las TIC en la educación: nuevos ambientes de aprendizaje para la interacción educativa.* Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales. 18: 83-112. http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/37128.
9. Bracho, A. y Yépez, N. (2016). *Edmodo como recurso didáctico para el desarrollo de una actitud ambientalista en estudiantes de educación media.* Revista Arbitrada del Centro de Investigación y Estudios Gerenciales. 25: 43-65.
10. Franco Duque, B.D. y Hernández Muñoz, L. (2015). *Usos reales de la red social Edmodo en una experiencia de enseñanza y aprendizaje en el grado quinto b de la Institución Educativa Suroriental de la Ciudad de Pereira* [Proyecto de Grado]. Universidad Tecnológica de Pereira: Pereira, Colombia.
11. García González, M.P. (2013). *La plataforma Edmodo versus la plataforma Moodle* [Trabajo Fin de Máster]. Universidad de Valladolid: Valladolid, España.
12. Santos, E. (2017, enero 18). *Así es la suite ofimática online de Google*.
13. EcuRed. (2019). Wondershare Filmora. párr. 1. Recuperado de: https://www.ecured.cu/Wondershare_Filmora

14. Alphapedia. (s.f) Inglés gratis para niños. Cursos de Inglés Gratis para Niños. párra. 59. Recuperado de https://lijadora.net/ingles-gratis-para-ninos/
15. Luz, C. G. M. (2018). *Educación y tecnología: estrategias didácticas para la integración de las TIC*. Editorial UNED.
16. Rico González, C. A. (2011). Diseño y aplicación de ambiente virtual de aprendizaje en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física en el grado décimo de la IE Alfonso López Pumarejo de la ciudad de Palmira. p. 19. (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira).
17. García, R.A. (2013). *El uso de Cabri Geòmetrè II como herramienta didáctica para mejorar la visualización de conceptos geométricos y aplicarlos a la resolución de problemas* [Tesis de Maestría]. Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán: San Pedro Sula, Guatemala.
18. Iranzo, N. y Fortuny, J.M. (2009). *La influencia conjunta del uso de Geogebra y lápiz y papel en la adquisición de competencias del alumnado*. Enseñanza de las Ciencias, 27(3): 433–446. https://core.ac.uk/download/pdf/38989963.pdf.
19. Montoya Suárez, L.A. y Díaz Llano, A. (2016). *Uso de Geogebra para afrontar obstáculos epistemológicos en el aprendizaje del concepto de límite de una función en el curso de Matemáticas 1 en la Universidad Tecnológica de Pereira.* Universidad Tecnológica de Pereira: Pereira, Colombia. http://hdl.handle.net/11059/6653.
20.
21. Observatorio ProFuturo. (2014, mayo 04). *Aprender con tecnología: El aprendizaje "estimulante" en el aula*. https://observatorio.profuturo.education/blog/2014/05/29/aprender-con-tecnologia-el-aprendizaje-estimulante-en-el-aula. (Consultado el 2 de octubre de 2019).
22. Rosario, J. (2005). La Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC). Su uso como Herramienta para el Fortalecimiento y el Desarrollo de la Educación Virtual. Disponible en el ARCHIVO del Observatorio para la CiberSociedad en http://www. cibersociedad. net/archivo/articulo. php.
23. Lerís López, D., Vea Muniesa, F. y Velamazán Gimeno, Á. (2015). *Aprendizaje adaptativo en moodle: tres casos prácticos.* Education in the Knowledge Society 2015, 16(4). https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=535554760009.
24. Ros Martínez de Lahidalga, I. (2008). *Moodle, la plataforma para la enseñanza y organización escolar.* e- Revista de Didáctica. 2. http://hdl.handle.net/10810/6876.
25. ADR Formación. 82010). Formación Soluciones E-learning. ADR Formación crea educaplay. párr. 1. Recuperado de: https://www.adrformacion.com/blog/adr_formacion_crea_educaplay.html
26. Barba Corominas, C. (2004). *La investigación en Internet con las Webquest*. Quaderns Digitals. 32. http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.DescargaArticuloIU.descarga&tipo=PDF&articulo_id=7365.
27. García, F. P. (2010). Alfabetización digital del profesorado: herramientas educativas interactivas. DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia.
28. Rivero Hernández, D.C. y Karorero, C. (2011). *Evolución de la tecnología celular GSM hacia la Generación 3.75.* Tlatemoani: Revista Académica de Investigación. 7. http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/07/rhck.pdf.
29. Cantillo Valero, C., Roura Redondo, M. y Sánchez Palacín, A. (2015). *Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación.* La Educ@ción Digital Magazine. 147. http://educoas.org/portal/la_educacion_digital/147/pdf/ART_UNNED_EN.pdf.
30. Seba, M.A. (2017). *Diseño de una estrategia didáctica en la utilización del smartphone como herramienta en el aula. Caso Kahoot* [Tesis de Maestría]. Universidad del Istmo: Fraijanes, Guatemala.

31. Salcedo Á, R. A., Alba L, A. y Zarza A, M. D. (2010) Enfoque constructivista en el aprendizaje de la asignatura de metodología de la investigación en la ENEO. Revista Enfermería Universitaria ENEO-UNAM. Vol. 7, Año. 7, No. 2.
32. Alavez G, J. M. (2017) Google forms como instrumento de medición de conocimientos. Recuperado de http://vinculando.org/beta/google-forms- instrumento-medicion-conocimientos-basicos.html
33. Marqués. P.G (2012) Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones. 3Ciencias Revista de Investigación. Departamento de Pedagogía Aplicada - Facultad de Educación Universidad Autónoma de Barcelona (UAB).
34. Atehortúa C, A. L. (2015) La influencia del Banco Mundial en las política educativas colombianas. Recuperado de: http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/PYS/article/view/1811/1782
35. Campión, R. S.; Navaridas N, F. y Reparaz A, Ch. (2014) La Escuela 2.0: La Percepción Del Docente En Torno A Su Eficacia En Los Centros Educativos De La Rioja. Educación XX1, vol. 17, núm. 1, 2014, pp. 243-270 Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid, España
36. Ortiz C, A. M.; Peñaherrera L, M. y Ortega T, J. M. (2012). Percepciones de profesores y estudiantes sobre las TIC. Un estudio de caso. EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa. Núm. 41.

# Análisis de una actividad con laboratorios virtuales para sistemas oscilatorios en estudiantes de ingeniería

Claudio Enrique[1], Marta Yanitelli[2], Silvia Giorgi[3]

[1] UDB Física - Departamento de Materias Básicas
Facultad Regional Santa Fe
Universidad Tecnológica Nacional
[2] Departamento de Física y Química
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Universidad Nacional de Rosario
[3] Departamento de Física
Facultad de Ingeniería Química
Universidad Nacional del Litoral
cenrique@frsf.utn.edu.ar

**Resumen.** Se exhiben resultados de una investigación, que forma parte de una tesis de doctorado, referidos a la evaluación de actividades con TIC desarrolladas por estudiantes de ingeniería para el estudio de los movimientos oscilatorios armónico y amortiguado. Se identificaron las zonas de Perfiles Conceptuales luego de la implementación de una intervención didáctica. Para la obtención y registro de la información se analizaron los informes de actividades provenientes del uso de simulaciones de los péndulos simple y de resorte por parte de los estudiantes, los cuales fueron contrastados con una Matriz Epistemológica construida en otra indagación de esta tesis. Se seleccionaron appletts JAVA, que fueron puestos a disposición de los alumnos junto a una guía de actividades a desarrollar diseñada para tal fin. En esta tarea participaron alumnos de primer año de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Santa Fe de la UTN que cursaban la materia Física I. Los resultados muestran que estos estudiantes presentaron distintos niveles de comprensión al enfrentar situaciones que demandaron una conceptualización científica. Sin embargo, se observó un corrimiento de zonas acercándose a la comprensión científica luego de la implementación de la intervención. La mayoría de ellos se ubicó en la zona de Perfil Conceptual denominada Racionalismo sistémico, y los restantes, en el Racionalismo clásico. Esta novedosa manera de evaluar una actividad didáctica podría permitir investigar desde otra perspectiva cuáles son los conocimientos de los estudiantes acerca de los movimientos oscilatorios.

**Palabras clave:** Mecánica clásica. Movimientos oscilatorios. Laboratorios virtuales. Perfiles conceptuales.

# 1. Introducción

Este trabajo forma parte de una tesis de doctorado titulada “Integración conceptual de los movimientos oscilatorios armónico y amortiguado a través de actividades problemáticas significativas mediadas por TIC en el nivel universitario básico: diseño, desarrollo y evaluación”, en la que se asume como supuesto de partida que a partir del empleo de TIC los alumnos podrían modificar las zonas de su Perfil Conceptual (PC) cuando detecten diferencias entre sus predicciones y lo que el contexto externo les muestra, hasta adoptar una zona que lo satisfaga.

Uno de los referentes teóricos de esta indagación es la teoría de los PC [1], los cuales constituyen modelos de diferentes maneras de ver y representar el mundo que son utilizadas por las personas para significar su experiencia. Expresado de otra manera, la idea de PC reconoce que en un mismo individuo se puede dar la convivencia de dos o más significados para la misma palabra o concepto - incluso los científicos -, a los que se accede en el contexto apropiado. La noción de PC considera que se establece una zona de PC para cada una de las distintas representaciones del sujeto; que está constituida por elementos epistemológicos y ontológicos que se utilizan dependiendo del contexto; y además están íntimamente relacionadas con sus ideas o conocimientos previos. Así, el aprendizaje formal de los estudiantes puede pensarse a través de la noción de PC constituido de diferentes zonas distribuidas según un orden genético, y donde tales zonas reflejan la habilidad del alumnado para dar coherencia y significado a la diversidad de hechos que encuentra a su alrededor - en orden creciente de abstracción-, tanto en la clase como fuera de la misma y serán más operativas y correctas, a medida que el alumnado sea más competente en la interpretación de fenómenos, identificando las propiedades y manejando los niveles de explicación. Para evaluar las zonas de PC, debe citarse que el conocimiento y el aprendizaje están situados, es decir, la cognición es parte de la actividad, el contexto y la cultura en la cual se desarrolla y en la que va a ser utilizada [2].

Un aspecto importante a tener en cuenta en el uso de los Laboratorios Virtuales de Aprendizaje (LVA) es que los estudiantes deben manejar una manera distinta de organizar, interpretar y comunicar la información presente en un archivo digital.

Según Jonassen y Grabinger [3], se pueden desarrollar tres tipos de actividades: (a) búsqueda de información; (b) adquisición de conocimientos; (c) resolución de problemas. Lo anterior implica que los alumnos integren la información nueva a las propias, estableciendo relaciones entre sus conocimientos previos y los nuevos, mediante reestructuraciones tendientes a reorganizar de manera dinámica sus estructuras conceptuales internas. Por lo tanto, el LVA debe tener una estructura flexible, y las consignas a responder en la guías del trabajo práctico deben ir desde menor a mayor dificultad, para que no se origine en los sujetos una sobrecarga cognitiva [3], dado que estos sujetos, junto a los procesos cognitivos involucrados en el estudio de los movimientos oscilatorios, también deben controlar los procedimientos de navegación, comprensión, interpretación, evaluación, y comunicación de los LVA, y que tal vez pueda llegar a provocarles una *indigestión cognitiva* [4]. Expresado de otro modo, se aspira a que los alumnos realicen una retroalimentación permanente de los resultados hallados mediante las simulaciones para validar o cuestionar sus conocimientos acerca de los Movimientos Oscilatorios.

## 2. Materiales y métodos

Esta indagación se realizó con un grupo conformado por 40 estudiantes regulares de la materia Física I (comisión "A" cohorte 2017), correspondiente al primer año de la carrera de Ingeniería Civil que se dicta en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Argentina.

A fin de resignificar los contenidos desarrollados sobre movimientos oscilatorios se diseñaron tres actividades, utilizando applets construidos en JAVA y de acceso público en internet. Para su selección se recurrió a las categorías de análisis propuestas por Bouciguez y Santos [5] que permiten valorar las características disciplinares y tecnológicas de los applets. Se tuvo en cuenta además, la confiabilidad y la validez de las fuentes de dichos programas. Los applets elegidos – cuyas pantallas se presentan en la Fig. 1 - son: springpendulum_es; pendulum_es; Spring – Mass SHM; y Damped Oscillations. Los dos primeros están disponibles en el sitio web: https://www.walter-fendt.de/html5/phes/; mientras que los dos últimos, en la página: https://ngsir.netfirms.com/.

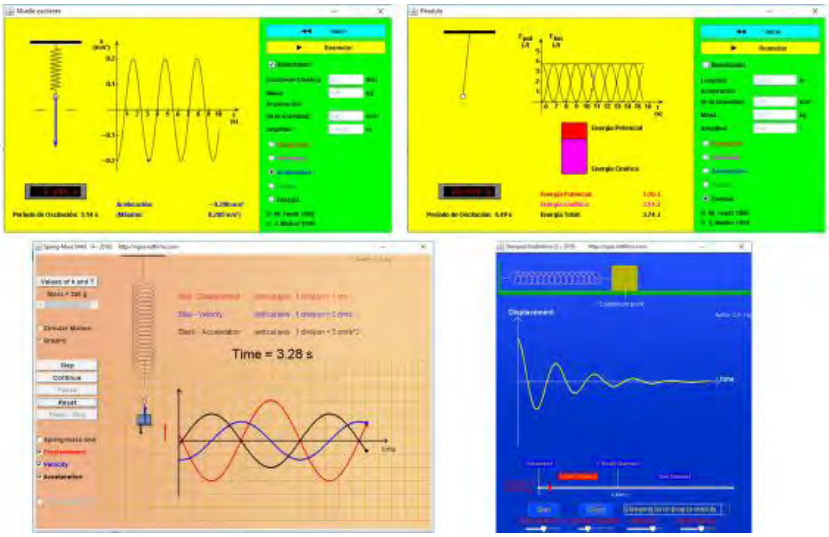



**Fig. 1.** Captura de pantallas de los applets en JAVA: péndulos simple y de resorte para el estudio del MAS (arriba y abajo izquierda) y del MOA (abajo derecha).

En la primera actividad, realizada con los programas springpendulum_es y pendulum_es, se propuso la realización de un análisis integral del movimiento de los péndulos simple y de resorte, de modo tal que los estudiantes resignifiquen el MAS a partir del análisis - en función del tiempo - de las variables cinemáticas; la fuerza restauradora; y las energías potencial, cinética y mecánica. Además se aprovecharon las características similares del diseño gráfico entre los dos appletts – forma, color, magnitudes físicas analizadas –, lo que permitió a los estudiantes relacionar ambos péndulos de manera fácilmente perceptible.

En la segunda actividad - con Spring – Mass SHM - se propuso el análisis cinemático integral de un péndulo de resorte. A diferencia de la actividad anterior, en ésta se presenta la evolución temporal de las tres magnitudes físicas de manera simultánea en la misma pantalla. Este software también brinda la posibilidad de comparar un sistema oscilatorio con un movimiento circular uniforme.

Finalmente, en la tercera actividad – con Damped Oscillations – el objetivo fue que los estudiantes investiguen sobre las diferencias entre oscilaciones armónicas y amortiguadas en términos de los conceptos de periodicidad y de amplitud; de las representaciones gráficas de la posición en función del tiempo; y de un análisis de carácter energético. Por otro lado, es deseable que ellos puedan interpretar – si bien de manera inicial, dado que no cuentan con los conocimientos matemáticos para realizar un análisis detallado de dicho comportamiento - cuándo un péndulo se encuentra críticamente amortiguado o sobreamortiguado, dado que la presencia de una fuerza de fricción puede no necesariamente provocar un movimiento oscilatorio.

Para el desarrollo de los LVA se elaboró una guía que contiene una breve introducción sobre las características de la interfaz gráfica de usuario, en la que se describen los componentes relacionados con la visualización en la "pantalla" y con el control de acciones tales como comenzar la ejecución de la simulación, detener la ejecución en un instante deseado, reanudar la ejecución, entre otros.

La finalidad de las consignas propuestas en la guía es que los estudiantes logren:

- Diferenciar conceptos básicos tales como período, frecuencia, amplitud, frecuencia angular, elongación o posición de la partícula referida al origen el que se toma coincidente con la posición de equilibrio;
- Identificar las magnitudes físicas que influyen en el período de un péndulo que describe un MAS;
- Inferir que las magnitudes físicas asociadas a la cinemática y a la dinámica del MAS son periódicas; y que tanto el período de oscilación como la energía mecánica permanecen constantes;
- Deducir que cuando el sistema pasa por la posición de equilibrio la velocidad tangencial es máxima y la aceleración tangencial es nula; por lo tanto, la componente de la fuerza resultante en dicha dirección también es nula. Debe recordarse que esta conceptualización no fue observada en las respuestas del pretest, dado que la mayoría de los estudiantes, cuando plantearon la segunda ley de Newton en la posición de equilibrio del péndulo simple, consideraron que la fuerza resultante en la dirección radial es igual a cero;
- Vincular el MAS con el movimiento circular uniforme;
- Concluir que si bien la energía mecánica es constante, la misma depende de las condiciones iniciales;
- Deducir que debido a la periodicidad, la igualdad de ambas formas de energías – cinética y potencial – no se presenta en la mitad entre una de las posiciones extremas y la de equilibrio – característica de una presunción basada en un comportamiento lineal;
- Reconocer que un MOA se caracteriza por la disminución de la amplitud, por la disipación de energía debido a la presencia de algún tipo de rozamiento, y por el aumento del período de las oscilaciones debido al rozamiento.

Cabe aclarar que las actividades con LVA se plantearon para ser desarrolladas en tiempo extra clase y en grupos de estudiantes, con el objeto de favorecer un aprendizaje colaborativo. A través del campus virtual de la facultad los estudiantes accedieron tanto

a la guía como a los applets y dispusieron de 15 días para la entrega de un informe - grupal - en el que se les solicitó describir los objetivos, la metodología, los resultados y conclusiones de los experimentos realizados. Se previeron horarios de consulta para aclarar posibles dudas y/o dificultades.

Los informes escritos elaborados por los grupos se constituyeron en los instrumentos para la recolección de datos.

Así, la pregunta que nos hacemos según el uso de las TIC es ¿les fue posible a los estudiantes comprender los comportamientos de las magnitudes físicas que caracterizan los movimientos MAS y MOA?

Para analizar las interacciones entre los alumnos y los LVA se identificaron y clasificaron dichas interacciones, siguiendo un orden de complejidad creciente:

a. lee y analiza el contenido – *plantea hipótesis* –;

b. actúa (hace) – *sólo hace uso de la argumentación* –;

c. reflexiona en la acción (sabe hacer) – *valida sus argumentos* –;

d. reflexiona sobre la acción (comprende lo que hace) – *comprueba sus argumentos.*

Cuando finaliza la actividad "d" el alumno puede reiniciar dicho ciclo. Además, se considera que la categoría que está ubicada en orden posterior incluye a la anterior. Por ejemplo, en la opción "c" se admite cuando además se han efectuado la "a" y la "b", de modo de ir completando el ciclo. Dichas tareas se indican en la Fig. 2, que corresponde a lo que denominamos "ciclo de análisis completo", el cual supone la ejecución de actividades sistémicas donde las mismas se efectúan mediante una estructura circular y cerrada.

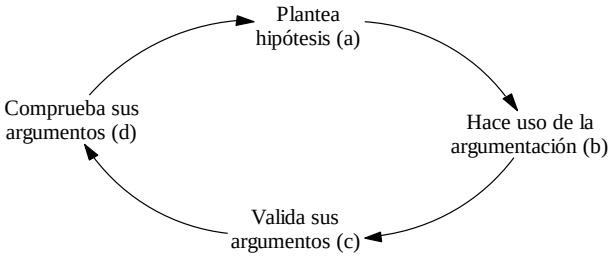



**Fig. 2.** Ciclo de análisis completo (elaboración propia).

## 3. Resultados y discusión

Para evaluar las situaciones observadas en los grupos de alumnos que presentaron oportunamente el informe de las actividades con los LVA se construyó una tabla en donde se consideraron las categorías presentes en el Ciclo de análisis completo. Dada su extensión, se muestran en la Tabla 1 únicamente los resultados obtenidos de uno de los grupos. Vale aclarar que en la última columna se describen algunas situaciones particulares evidenciadas en el texto del informe. En la Figura 3 se presenta la primera actividad para el péndulo de resorte del informe elaborado por el mismo grupo.

**Tabla 1**. Actividades realizadas en los informes con LVA por uno de los grupos de estudiantes.

| Actividad | Plantea hipótesis | Hace uso de la argumentación | Valida sus argumentos | Comprueba sus argumentos | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|
| Análisis del Período | si | si | si | si | Trabajan con los péndulos y corroboran los datos hallados con los appletts |
| Valores máximos de Elongación; Velocidad; Aceleración; Fuerza; y Energ. Mecánica | si | si | si | si | Calculan los valores máximos para los dos péndulos y corroboran los datos hallados con los appletts |
| Valores instantáneos de las energía cinética y potencial | si | si | si | si | Calculan los valores para los dos péndulos y corroboran los datos hallados con los appletts |
| Posiciones instantáneas donde las se igualan las dos energías | si | si | no | no | Expresan los valores donde se igualan las dos energías, pero no lo hacen mediante un cálculo explícito. |
| Análisis simultáneo de las magnitudes cinemáticas de un péndulo de resorte | si | si | si | si | Hacen uso de gráficas, aunque sólo del MAS |
| Análisis de las diferencias entre MAS y MOA | si | si | si | si | Diferencian ambos movimientos. Analizan adecuadamente la evolución de la amplitud en el MOA, pero no describen lo que sucede con el tiempo de la oscilación. |
| Caracterización del MOA | si | si | si | si | |

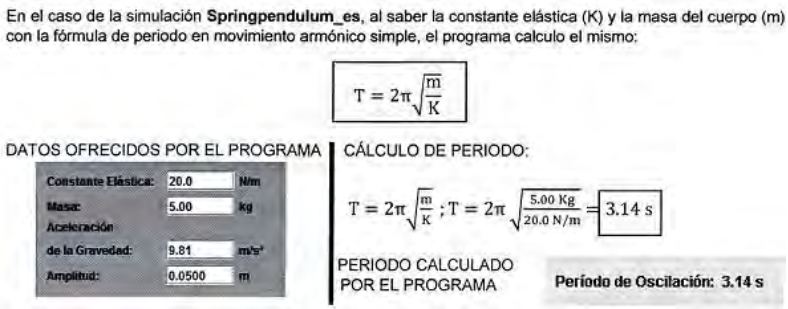



**Fig. 3.** Primera actividad sobre péndulo de resorte en el informe del grupo presentado.

En base a los resultados hallados en la Tabla 1 y a una Matriz Epistemológica construida en otra indagación [6], las zonas de PC evidenciadas en el grupo analizado son presentadas en la Tabla 2, donde se observa que sus actividades se encuadran mayormente dentro del Racionalismo Sistémico - zona 4 de PC -. Cabe aclarar que la zona 3 corresponde al Realismo Clásico.

**Tabla 2**. Zonas de PC por conceptos y procesos.

| Conceptos Básicos | Cinemática | Dinámica | Energía | Conservación | No conservación |
|---|---|---|---|---|---|
| Zona 4 | Zona 4 | Zona 4 | Zona 4 | Zona 4 | Zona 3 |

Las características generales observadas en los informes son las siguientes:

a. en las primeras actividades realizadas con el MAS a través de los péndulos simple y de resorte, se registró que:

a.1. identificaron adecuadamente las magnitudes físicas que influyen en el período para ambos péndulos, además de que éste es constante en función del tiempo;

a.2. reconocen la periodicidad de las diferentes magnitudes físicas indagadas; y que la velocidad es máxima cuando el péndulo pasa por la posición de equilibrio;

a.3.percibieron que la energía cinética es máxima en el péndulo simple cuando la velocidad tangencial también lo es (y la energía potencial es nula), mientras que la energía potencial es máxima en las posiciones extremas.

b. En la segunda actividad – con un péndulo de resorte – identificaron la simultaneidad de las variables cinemáticas posición, velocidad y aceleración. Por otro lado, sólo un grupo comparó el MAS con el Movimiento Circular Uniforme.

c. En relación al estudio comparado del MAS y del MOA – con fricción debido a dos causas distintas –:

c.1. la mayoría propuso que el sistema oscila de manera periódica en un MAS. Por ejemplo, algunos alumnos citaron que oscila "de manera indefinida y constante".

c.2. en general identificaron la disminución de la amplitud cuando existe amortiguación; además de los movimientos sobreamortiguado y críticamente amortiguado cuando se incrementa el rozamiento;

c.3. por otro lado, no lograron identificar el aumento del tiempo de una oscilación en la amortiguación por fricción. Por el contrario, indican – de manera errónea - que los periodos se hacen menores a medida que pasa el tiempo; situación observada directamente en la pantalla del programa cuando se eligen adecuadamente las condiciones de la amortiguación.

Respecto a todos los alumnos de Ingeniería Civil – cohorte 2017, se obtuvieron las siguientes zonas de PC - Tabla 3 - .

**Tabla 3**. Zonas de PC de todos los alumnos por conceptos y procesos.

| **Categoría de PC** | **Zona 2** Realismo Interpretativo | **Zona 3** Racionalismo Clásico | **Zona 4** Racionalismo Sistémico |
|---|---|---|---|
| Conceptos Básicos | - | 10 | 30 |
| Cinemática | - | 12 | 28 |
| Dinámica | 10 | 7 | 23 |
| Energía | - | 13 | 27 |
| Conservación | 6 | 9 | 25 |
| No Conservación | 12 | 24 | 4 |

Según esta última tabla, existen algunos alumnos que aún pertenecen a la zona 2 Realismo Interpretativo después de las actividades realizadas con los LVA. Por otro lado, se observa que la mayoría de estos estudiantes pertenecen a las dos zonas (3 y 4) correspondientes a las de mayor compresión – Racionalismo clásico y Racionalismo sistémico - acerca de los Movimientos Oscilatorios.

## 4. Conclusiones y consideraciones finales

El objetivo principal de la tesis en la cual se enmarca este trabajo es analizar si el uso de TIC permite modificar las zonas de PC, en estudiantes de ingeniería, sobre el tema MO. Para ello, se tuvieron en cuenta tanto la selección de LVA así como también el diseño de una guía para las diversas actividades a realizar, de modo tal de promover en los estudiantes una interacción *sistémica* con estas herramientas informáticas.

A partir del análisis del discurso escrito en los informes de laboratorio, y mediante el uso de la herramienta denominada "ciclo de análisis completo", los primeros resultados revelaron la existencia de diferentes niveles de compresión y de conceptualización en los estudiantes indagados. La mayoría de ellos pudo avanzar en sus concepciones sobre el MAS y principalmente sobre el MOA – movimiento que habitualmente presenta dificultades debidas a la complejidad de su análisis matemático – a las zonas Racionalismo clásico y Racionalismo sistémico de PC de mayor nivel de comprensión.

Para finalizar, se propone continuar trabajando la noción de PC a fin de aportar información valiosa asociada a la comprensión conceptual de los MO, así como profundizar y avanzar en investigaciones acerca la influencia de distintas intervenciones didácticas mediadas por TIC en otros temas de interés para la formación de futuros ingenieros.

## 5. Referencias


1. Mortimer, E. F. (2010). *Lenguaje y formación de conceptos en la enseñanza de las Ciencias*. A. Machado Libros, Madrid (España). 2010.
2. Solsona, N., Izquierdo, M., & de Jong, O. (2005). *Explorando el desarrollo de perfiles conceptuales de los estudiantes acerca del equilibrio químico*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias Volumen 2 Nº 2. ISSN: 1697-011X https://revistas.uca.es/index.php/eureka/issue/view/285 (Consultado el 5 de abril de 2019).
3. Jonassen, D. H. y Grabinger R. S. (1990). *Problems and issues in designing hypertext/hypermedia for learning.* En D. H., Jonassen y H. Mandl (Eds.), NATO Advanced research workshop on designing hypertext/hypermedia for learning. Springer-Verlag, Berlín. 1990.
4. Dede, C. J. (1990). *The Evolution of Distance Learning: Technology-Mediated Interactive Learning*. Journal of Research on Computing in Education. 1990, 22(3): 247-64. https://doi.org/10.1080/08886504.1990.10781919 (Consultado el 25 de marzo de 2019).
5. Bouciguez, M. y Santos, G. (2010). *Applets en la enseñanza de la física: un análisis de las características tecnológicas y disciplinares.* Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación Científica Volumen 7, Nº 1. ISSN: 1697-011X https://revistas.uca.es/index.php/eureka/issue/view/196 (Consultado el 23 de marzo de 2019).
6. Enrique, C., Yanitelli, M., & Giorgi, S. (2019). *Perfiles conceptuales como instrumentos de evaluación de una intervención didáctica*. Revista Avances en la Enseñanza de la Física, Volumen 1, Nº 1. ISSN: 2697-2778. http://ojs.cfe.edu.uy/index.php/rev_fisica/article/view/291 (Consultado el 13 de agosto de 2019).

# Bases para un Programa de enseñanza de robótica en la escuela

Alicia Herminia Sposetti[1]
Instituto Privado Adscripto Galileo Galilei
sposetti@arnet.com.ar

María Fernanda Giordanino [2]
Instituto Privado Adscripto Galileo Galilei
mariafernandagiordanino@gmail.com

Laura María Barroso [3]
Instituto Privado Adscripto Galileo Galilei
laurabarroso04@gmail.com

**Resumen.** Este artículo presenta un programa de enseñanza de la robótica en su primera etapa, pero pretende servir de base para que se instale desde el Nivel Inicial una dinámica de trabajos en el ámbito del aula con clase de robótica. Con independencia de la calidad de la investigación exploratoria que se esté llevando a cabo y de la relevancia de los resultados de proceso que se muestren en la ponencia, la importancia de esta presentación está dada por el esfuerzo de aprender programación, entendida como alfabetización de hoy. Este desarrollo sólo pudo realizarse mediante un trabajo colaborativo con Cátedras de la Facultad de Ingeniería, de la UNRC., incluidos profesor y estudiantes, para la formación de los docentes en Edukit10, en base a Arduino nano y la tutoría en el aula durante el desarrollo de las clases.

**Palabras clave:** Enseñanza de la robótica. Edukit10. Trabajo colaborativo.

## 1. Introducción

Hace varias décadas algunos científicos pensaron en diseñar y construir instrumentos tecnológicos que les permitieran a los niños acercarse a la tecnología y la programación mientras aprendían de forma lúdica.

En contraste de otras estrategias de aprendizaje basadas en las tecnologías de la información y la computación. Los constructivistas proponen que el alumno debe involucrarse en el diseño y construcción de sus propios proyectos apoyados en el uso de la computadora.

La importancia de la robótica educativa en la enseñanza de la ciencia surge a raíz de la problemática que encuentra el alumno a darle un significado y aplicación a los conocimientos que obtiene en el aula y relacionarlos con las otras asignaturas. A través del diseño y construcción los alumnos pueden dar significado a los conocimientos que adquieren en el

aula. Hoy nos enfrentamos a un gran desafío la programación es la nueva alfabetización en la escuela.

## 2. La Robótica educativa como estrategia didáctica

La robótica educativa toma sus fundamentos de la teoría constructivista de Piaget. RuizVelasco la define "como una disciplina que tiene como fin generar entornos de aprendizaje heurístico basados fundamentalmente en la participación activa de los alumnos, generando aprendizajes a partir de la propia experiencia durante el proceso de construcción de robots" [1].

Este método se lleva a cabo en un entorno pedagógico donde surgen como beneficios el generar interesantes y motivadores ambientes de aprendizaje, el profesor adquiere el rol de facilitador, alienta la transversalidad entre distintas asignaturas y permite establecer relaciones y representaciones privilegiando el aprendizaje inductivo y por descubrimiento guiado [2]. .

La robótica educativa es entendida por algunos autores como robótica pedagógica. La robótica pedagógica utiliza materiales de bajo costo, promueve el aprender sobre informática sin computadora. La robótica educativa utiliza kits y materiales comerciales, ésta es la modalidad en que hemos puesto énfasis en la escuela [3].

### 2.1 Hardware y software libres

Sin dejar de reconocer el gran trabajo que han hecho distintas empresas en el diseño de hardware y software para robótica educativa, su costo resulta prohibitivo para muchas de las escuelas de América latina. A partir de esta problemática han surgido distintas propuestas de Hardware y software libre como Arduino que permiten construir robots en el aula a un bajo costo

En la actualidad existe una gran gama de placas Arduino. Nosotros utilizamos Edutit 10, software libre que consta de un Kit Inicial con sensor de temperatura, accesorios en 3D, sensor de luz, Arduino nano, servo motor, portapilas, cable USB, botones, buzzer, leds. Y un Kit Expansion con sensor ultrasónico, mini protoboard, bluetooth, cables. Lo seleccionamos porque tiene un costo accesible para la adquisición de los 15 Kit que se utilizarán en la primera etapa de trabajo [4].

Contiene todo lo necesario para programar y utilizar el microcontrolador; simplemente hay que conectarlo a una computadora a través de un puerto.

Como un recurso didáctico permite el diseño de actividades pedagógicas que apoyan y fortalecen áreas específicas del conocimiento, así como, el desarrollo de distintas habilidades y competencias en los alumnos. Debido a la motivación que se logra, los alumnos, aprenden de forma lúdica, creativa y participativa construyendo su propio conocimiento sobre conceptos físicos, matemáticos y de programación manipulando y controlando dispositivos reales.

Por otro lado, el trabajo en proyectos, que impliquen desafíos, contribuye al desarrollo de habilidades y competencias en los alumnos, tales como: la responsabilidad, el orden, la autonomía, la creatividad, la iniciativa, el respeto, la capacidad de negociación, el interés por la investigación y la perseverancia

.

### 2.2. Capacitación docente

Los docentes cuentan con extensas herramientas para llevar adelante la enseñanza a sus alumnos de varias maneras, pero desconociendo que los Sistemas Embebidos, más precisamente con las plataformas Arduino, tienen la posibilidad de proveer a los maestros de mayores y mejores herramientas que permiten ampliar la capacidad de enseñanza hacia sus alumnos.

En ese contexto como escuela nos propusimos solicitar a la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), la colaboración de profesores que pudieran aproximar a los docentes del Galileo Galilei a la programación.

Elegimos Edukit 10 porque es una innovación tecnológica con sentido social elaborado, por ingenieros de la UNRC, en Entorno Arduino porque es una herramienta importante para el desarrollo de métodos lúdicos y que a su vez se permite que generen proyectos personales para los alumnos, en este caso docentes, buscando la motivación de los cursantes para plantearse proyectos a futuro.

Según Díaz, al presentar la propuesta de capacitación se intenta colaborar en la formación de docentes para que sean capaces de desempeñarse adecuadamente en el saber hacer de esta área de la docencia, abordando el análisis de las características y funciones de los Sistema Embebido [5].

#### 2.2.1. Curso de capacitación: Primeros pasos de Programación utilizando un Entorno Arduino

El Curso de capacitación fue ejecutado por el Laboratorio de Sistemas Embebidos y Grupo de Sistemas de Tiempo Real, de la Facultad de Ingeniería del Dpto de Telecomunicaciones de la UNRC a cargo del Ing. Darío Walter Díaz.

Los objetivos del curso fueron: i. brindar herramientas para el inicio en lenguajes de programación, demostrando el alcance y potencial de los mismos; ii. Introducir y motivar a los cursantes al desarrollo de proyectos de docencia lúdica para el dictado de su curso; iii. Complementar, desde una faz práctica, la formación teórica que los cursantes puedan poseer.

Las clases se desarrollaron para la introducción, utilización de IDE Arduino y simulador Tinkercard, implementación de led sobre kit de desarrollo; a su vez se trabajó acerca de la implementación de botones y buzzer sobre kit de desarrollo, e implementación de sensores, serial y servos en el kit de desarrollo y propuestas de trabajo final.

### 2.2.3. Resultados de la capacitación docente

El curso básico de programación en Arduino permitió a los docentes de Nivel Inicial y Nivel Primario elaborar la programación de un proyecto que titularon ***"La seguridad vial es un compromiso de todos"***.

#### 2.2.3.1. Objetivos

**Nivel inicial**

- Reconocer las tecnologías digitales como elementos distintivos e integrados en la realidad de la vida cotidiana (hogar, escuela y comunidad) y distinguir cómo pueden ser usadas para resolver problemas y crear oportunidades.
- Identificar y utilizar recursos digitales básicos para la producción, recuperación, transformación y representación de información, en un marco de juego y creatividad, y en relación con las problemáticas de su entorno sociocultural;
- Explorar y observar situaciones de su cotidianeidad, que les permitan desarrollar habilidades para la formulación de problemas y la búsqueda de respuestas a través de la manipulación de materiales concretos y apelando a la imaginación

**Primero, Segundo, Tercero y Cuarto Grado**

- Reconocer dispositivos computarizados y robóticos, así como el software que los sustenta utilizados cotidianamente en el hogar, la escuela, la comunidad y el entorno más amplio, como medios para resolver situaciones problemáticas, crear oportunidades y cambiar el mundo.
- Formular problemas y construir estrategias para su resolución, incluyendo conceptos de descomposición, utilizando secuencias ordenadas de instrucciones e instrucciones condicionales, valiéndose de la creatividad y experimentando con el error como parte del proceso.
- Comprender los principios generales del funcionamiento de los dispositivos computarizados, particularmente los elementos que permiten la entrada, el proceso y la salida de datos, en relación con ejemplos y problemas de su entorno sociocultural.

#### 2.2.3.2. Introducción

La robótica es una rama de la tecnología que estudia la logística, el diseño y la construcción de máquinas capaces de desempeñar diversas tareas. Estas creaciones se dan, primeramente, de manera mental y luego, en forma física, controladas por un sistema computacional.
El desarrollo del pensamiento computacional que es, en definitiva, lo que

fundamentalmente se pretende estimular con la programación y la robótica, puede y debe iniciarse desde edades más tempranas, ya que no sólo va a contribuir al desarrollo cognitivo de los niños, sino que, además, van a permitir generar en ellos nuevas estrategias de pensamiento y aprendizaje.

Educar digitalmente, en este caso a través de la programación y la robótica, es una necesidad y un gran desafío para el sistema educativo actual. Si bien la mayoría de los niños y niñas que asisten a la educación inicial primaria, a los que se denominan nativos digitales, están familiarizados con el uso de algunas tecnologías; el trabajo de las instituciones educativas debe orientarse a guiarlos, agregándole valor y una mirada crítica y reflexiva, en su uso y posibilidades. También consideramos de suma importancia que los niños desde pequeños conozcan las normas básicas de educación vial, y los diferentes comportamientos como peatones, conductores y pasajeros.

### 2.2.3.3. Material y Método

El proyecto que llevamos a cabo en el Nivel Inicial y en 1°, 2°, 3° y 4° grados es la programación de un circuito vial utilizando el lenguaje Arduino, el funcionamiento de los pin led aplicados al funcionamiento y sincronización de dos semáforos, uno para auto y otro peatones; también dentro del circuito se incluirá la utilización de un servo para el funcionamiento de una barrera.

En el Nivel Inicial se programará el encendido de las luces led, Primero y Segundo sincronizarán los semáforos, Tercero y Cuarto sincronizan la barrera.

### 2.2.3.4. Resultados

**Nivel Inicial Programación de un circuito vial**

Programación del semáforo para el encendido de las luces led
Componentes que vamos a usar en el semáforo donde interactuaran led´s
Nuestros componentes a usar serán:
1 led rojo.
1 led verde.
1 led amarillo.

Programación en Arduino

```
int _ABVAR_1_Integer = 0 ;
int _ABVAR_2_variablename = 0 ;
void setup() {
  pinMode( 5 , OUTPUT);
  _ABVAR_1_Integer = 1 ;
```

```
}
void loop() {
  for(_ABVAR_2_variablename = 1;
1<=10?_ABVAR_2_variablename <= 10:_ABVAR_2_variablename >=
10;
1<=10?_ABVAR_2_variablename = _ABVAR_2_variablename +
1:_ABVAR_2_variablename = _ABVAR_2_variablename - 1)
  {
   digitalWrite( 7 , LOW);
   digitalWrite( 5 , HIGH);
   delay( 1000 );
  }
  for(_ABVAR_2_variablename = 11;
11<=20?_ABVAR_2_variablename <= 20:_ABVAR_2_variablename >=
20;
11<=20?_ABVAR_2_variablename = _ABVAR_2_variablename +
1:_ABVAR_2_variablename = _ABVAR_2_variablename - 1)
  {
   digitalWrite( 5 , LOW);
   digitalWrite( 6 , HIGH);
   delay( 1000 );
  }
  for(_ABVAR_2_variablename = 21;
21<=30?_ABVAR_2_variablename <= 30:_ABVAR_2_variablename >=
30;
21<=30?_ABVAR_2_variablename = _ABVAR_2_variablename +
1:_ABVAR_2_variablename = _ABVAR_2_variablename - 1)
  {
   digitalWrite( 6 , LOW);
   digitalWrite( 7 , HIGH);
   delay( 1000 );
  }
}
```

**Nivel primario Tercero y Cuarto Grado Programación de un circuito vial**

Programación de la barrera (sincronización)

Componentes que vamos a usar en la barrera donde interactuaran led´s y un servo.

Nuestros componentes a usar serán:

1 led rojo.

1 led verde.

1 led amarillo.

```
1 servo.

#include <Servo.h>

int _ABVAR_1_Integer = 0;
int _ABVAR_2_variablename = 0;
Servo servo_pin_10;

void setup() {
  pinMode( 7 , OUTPUT);
  pinMode( 5 , OUTPUT);
  servo_pin_10.attach(10);
  pinMode( 6 , OUTPUT);
  _ABVAR_1_Integer = 1 ;

}

void loop() {
  for(_ABVAR_2_variablename = 1;
1<=10?_ABVAR_2_variablename <= 10:_ABVAR_2_variablename >=
10;
1<=10?_ABVAR_2_variablename = _ABVAR_2_variablename +
1:_ABVAR_2_variablename = _ABVAR_2_variablename - 1)
   {
    digitalWrite( 7 , LOW);
    digitalWrite( 5 , HIGH);
    servo_pin_10.write( 90 );
    delay( 1000 );
   }
  for(_ABVAR_2_variablename = 11;
11<=20?_ABVAR_2_variablename <= 20:_ABVAR_2_variablename >=
20;
11<=20?_ABVAR_2_variablename = _ABVAR_2_variablename +
1:_ABVAR_2_variablename = _ABVAR_2_variablename - 1)
   {
    digitalWrite( 5 , LOW);
    digitalWrite( 6 , HIGH);
    delay( 1000 );
   }
  for(_ABVAR_2_variablename = 21;
21<=30?_ABVAR_2_variablename <= 30:_ABVAR_2_variablename >=
30;
21<=30?_ABVAR_2_variablename = _ABVAR_2_variablename +
1:_ABVAR_2_variablename = _ABVAR_2_variablename - 1)
   {
```

```
    digitalWrite( 6 , LOW);
    digitalWrite( 7 , HIGH);
    servo_pin_10.write( 180 );
    delay( 1000 );
  }
}
```

## 3. Conclusión

Para concluir podemos decir que durante el desarrollo del proyecto nos encontramos con la dificultad de lograr el funcionamiento un segundo semáforo ya que en el mismo se pretende la programación de un semáforo para vehículos y otro para peatones y la sincronización entre ellos. La placa cuenta solo con tres leds,'s pines. En el proyecto se programó solo el semáforo para vehículos pero también se puede utilizar la misma secuencia para programar y sincronizar el segundo semáforo.

La barrera se programó para que quede levantada cuando la led verde está encendida y baje cuando se encienda la led roja, quedando también baja cuando está encendida la luz amarilla. Se puede modificar la programación de la secuencia cambiando los grados de apertura de la barrera cuando se encuentra encendida luz amarilla, la graduación del ángulo tendría que estar entre 0 y 90° para que la barrera no quede totalmente cerrada.

Se realizó la simulación de las secuencias programadas en el proyecto, tanto para el semáforo como para la barrera y las mismas funcionaron correctamente.

## 4. Referencias


1. **RuizVelasco** (2014) Sistemas de información para la comunicación y tecnología educativa https://sistemascecteupn153blogspot.corr

2. **Márquez, P.** (2012) El software educativo. Universidad Autónoma de Barcelona. http://www.dirinfo.unsl.edu.ar

3. **Ruiz-Velasco, E.** (2007). *Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. Madrid: Díaz de Santos. p. https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=638909. ISBN 978-84-7978-822-3. Consultado el 30 de mayo de 2018.

4. **Correa, C. y Ferreira Szpiniak. A**. (2016) *Laboratorios Teórico-Prácticos en Robótica Educativa. XI Congreso de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación.*http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/53812/Documento completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Consultado el 20 de agosto de 2019).

5. **Díaz, W**. (2019) *Primeros pasos de Programación utilizando un Entorno Arduino*. Facultad de Ingeniería. UNRC

1. Alicia Sposetti de Croatto es Magister en Epistemología y Metodología Científica y Lic. en Ciencias de la Educación en la UNRC. Ha realizado un postgrado en Metodología de la Investigación en Educación (Centro de Investigaciones en Ciencias de la Educación. CICE, Bs.As.), un Diplomado en Educación a Distancia. (Universidad Blas Pascal, Córdoba, Argentina) y un Diplomado en Tutor on line (Universidad de Salamanca, España). Dra. En Educación por el Consejo Iberoamericano en Honor a la Calidad Educativa (CIHCE), PhD Docteur en Philosophie des Sciencies en Administration des Affaires- Ecole Superieure Internationale deBruxelles. Lima, Perú, 2011. Fue Prof. Efectiva en Metodología de Investigación en Ciencias Sociales; Investigación Educativa; Metodología y Técnicas de Investigación; Investigación Cuantitativa e Investigación Cualitativa en la Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Río Cuarto; y Docente Investigador Categoría II en el Programa de Investigación Nacional, Directora del Programa Investigación Evaluativa y Evaluación Institucional. De 1999 a2002 ha sido vicedecana de Facultad de Ciencias Humanas – UNRC. Autora de libros y revistas científicas en la temática de evaluación de la calidad educativa. Es Representante Legal del Instituto Privado Galileo Galilei (Río Cuarto-Cba.)E-Mail: sposetti@arnet.com.ar

2.Giordanino, María Fernanda es licenciada en Educación Primaria título extendido por la Universidad Nacional de Santiago del Estero y Profesora en EGB1 y EGB 2 título extendido por el Instituto Superior de Formación Docente: Martha Salotti. Jovita, Córdoba. Ha realizado desde 2013 hasta 2019 las siguientes capacitaciones de formación continua: Primeros pasos de Programación utilizando un Entorno Arduino (Facultad de Ingeniería, Dpto. de Telecomunicaciones, Universidad Nacional de Río Cuarto). Capacitación en servicio "Alfabetización Inicial: experiencias de aula". (Ministerio de Educación de Córdoba). "La enseñanza de la oralidad, lectura y escritura con énfasis en comprensión lectora. Foco: Matemática y Tecnología. Educación Primaria". (Ministerio de Educación de la Nación). "La comprensión lectora en el primer ciclo de escuela primaria" (INFoD)." Enfocar la enseñanza desde la diversidad: una alternativa para la inclusión en primaria" (INFoD). "El aprendizaje del sistema de escritura" (INFoD). "Jornada Institucional ESI "es parte de la vida, es parte de la escuela". (Instituto Privado Galileo Galilei). "Jornadas Internas de Reflexión sobre la Práctica educativa-Hacer, Pensar, Sentir la Escuela" (Instituto Privado Galileo Galilei). "Ateneo: Ampliación del conocimiento didáctico. Matemática. Primer ciclo". Programa Nacional de Formación Situada "Nuestra Escuela). Ateneo: "Ampliación del conocimiento didáctico. Ciencias Naturales y Tecnología. Primer ciclo." (Programa Nacional de Formación Situada "Nuestra Escuela). Desde 2013 hasta la actualidad es docente del Nivel Primario en el Instituto Privado Galileo Galilei.

3.Laura María Barroso es Profesora en EGB1 y EGB2 (Escuela Normal Superior Justo José de Urquiza). Ha realizado un posgrado Licenciatura en Educación General Básica, Primer Ciclo y Segundo Ciclo (Universidad de Santiago del Estero), un postítulo docente en Educación Primaria y TIC" Especialización Docente de Nivel Superior (ISEP). Con una formación continua en: "Encuentro de Intercambio de Experiencias Pedagógicas", (D.I.P.E), "Sociedad y Naturaleza. Armonías y conflictos: el Paisaje Medanoso" (UNRC), Narrativa Regional Cordobesa (SADOP), Seminario Internet (UNRC), Fundamentos Teóricos y Propuesta Metodológica para el Abordaje de la Lengua en la escuela primaria desde una perspectiva Comunicativo-Funcional, (INFoD),I jornadas internas de Reflexión sobre la Práctica educativa- Hacer, pensar, sentir la Escuela, (INFoD), "Perspectiva para la enseñanza de Identidad Convivencia/Ciudadanía y Participación "(INFoD), " Escritura: La

enseñanza e la revisión y la evaluación de las producciones en el segundo ciclo"(INFoD), Introducción al aprendizaje móvil (Proyecto DIME), "El aprendizaje del sistema de escritura"(INFoD), Evaluar en Identidad y Convivencia-Ciudadanía y Participación en la Educación Primaria"(INFoD), Cálculo mental de sumas y restas.

# Enseñanza de la historia de la profesión por medio del Aula Virtual de Psicología en el Curso de Nivelación. Aprendiendo desde la virtualidad.

Sabrina Nair Sanchez[1], Antonella Di Paola[1], German Leandro Pereno[1-2]

[1]Facultad de Psicología Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
sabrina.sanchez@unc.edu.ar

[2]Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Católica de Córdoba (Argentina)

**Resumen.** El presente trabajo se encuentra enmarcado en el proyecto de investigación titulado Estudio de variables asociadas a la deserción de ingresantes y estudiantes de primer año de la Licenciatura en Psicología de la Universidad Nacional de Córdoba y subsidiado por SeCyT (UNC) y como parte del Proyecto de Tesis de la Maestría en Educación Virtual y de Calidad, de la Universidad Americana. La deserción en la Facultad de Psicología es alta (Dimensión 4, Informe de Autoevaluación, 2011), y en particular, en el Curso de Nivelación los porcentajes fluctúan entre el 40% y el 50%, dependiendo del ciclo lectivo observado y de la modalidad de cursado. A nivel teórico, se parte de considerar a la deserción como un fenómeno complejo y multicausal, con un alto impacto en la vida de los ingresantes. Ante esta preocupación, sostenida no sólo a nivel facultativo, sino institucional y nacional, se plantea el uso de la virtualidad como herramienta facilitadora para lograr disminuir el impacto de dichos factores. Por ello en 2019, se propuso en la modalidad de prueba piloto el uso del Aula virtual como actividad optativa y complementaria para alumnos de una Comisión del Curso de Nivelación a las carreras de Licenciatura en Psicología, Profesorado en Psicología y Tecnicatura en Acompañamiento Terapéutico de la Universidad Nacional de Córdoba. El objetivo que sostiene dicha propuesta de trabajo sincrónico y asincrónico es la necesidad de acompañamiento continuo del estudiante y la posibilidad de facilitar otras estrategias de enseñanza-aprendizaje que complementen la virtualidad. El contenido teórico en el cual se trabajó consistió en el eje Historia de la profesión y a la vida universitaria, por ser un punto en el cual los estudiantes presentan dificultades y menor rendimiento. Además, es un contenido transversal a todas las carreras de la UNC. La población que participa está compuesta por 66 estudiantes ingresantes, durante el Curso extendido abril-julio 2019. Este trabajo exploratorio tiene como objetivo general conocer la opinión de los estudiantes ante la propuesta del uso del Aula Virtual como apoyo a un módulo del programa del Curso de Nivelación, diferenciando entre aquellos que participaron de las actividades y aquellos que no lo hicieron. La metodología es cuanti cualitativa. Se implementan como instrumentos de recolección de datos una encuesta de opinión, sumado a la observación de actividades, producciones y participaciones en el Aula Virtual 2019. Se enfocará en la percepción de apoyo de la virtualidad y la concepción del acompañamiento docente.

**Palabras clave:** Virtualidad, Enseñanza de la Historia, Ingresos Universitarios .

# 1. Introducción

Las universidades argentinas tienen autonomía para decidir qué metodología o sistema emplean para el acceso de los estudiantes a las carreras que ellas dictan. El acceso a la universidad ha ido variando en la Argentina a través de su historia, vinculado principalmente a factores sociopolíticos, desde eliminación de restricciones hasta un estricto control ideológico en la época de las dictaduras militares pasando por diferentes tipos o niveles de restricciones al acceso universitario (Marquina, 2011). Actualmente, las instituciones por lo general proveen Cursos de ingreso para poder acceder a los programas de estudios de la institución, orientativos y niveladores, y no eliminatorios, pero sí correlativos a asignaturas que se dictan en primer año.

El sistema universitario en Argentina, en consonancia con la época, tiene como principal preocupación garantizar la calidad de la educación que imparte. Ante la búsqueda de mejora, numerosos autores describen las dificultades, entre las cuales se encuentran la masividad, la dificultad en la utilización eficiente de recursos, la deserción estudiantil, la incapacidad de adquirir currículas actualizadas, la infraestructura inadecuada, entre otras. La problemática, se observa en todas las unidades académicas del país en mayor o menor medida, siendo la Facultad de Psicología una de ellas. En ella específicamente, la deserción es alta (Dimensión 4, Informe de Autoevaluación, 2011), y en particular, en el Curso de Nivelación los porcentajes de deserción fluctúan entre el 40 y el 50%, dependiendo del ciclo lectivo observado y de la modalidad (el Curso de Nivelación en la Facultad de Psicología cuenta con 3 modalidades: Intensiva, de febrero a marzo. Extensiva, presencial y con una duración de 1 cuatrimestre, de abril a julio. Extensiva, virtual, con una duración de 1 cuatrimestre, de agosto a noviembre). En el total de la UNC la situación académica de la cohorte al cabo de diez años, según las Estadísticas oficiales del año 2017, es la siguiente: un 13,3% de los ingresantes siguen matriculados en la misma carrera, el 4,2% están matriculados en otra unidad académica distinta a la que fue nuevo inscripto, el 31,6% egresó en la misma Unidad Académica que ingresó, mientras que el 3,1% lo hizo en otra Unidad Académica. Finalmente, la deserción para esta cohorte es del 63,2%.

La importancia de la investigación radica en poder identificar la percepción de los estudiantes al cursar Módulo de Ambientación Universitaria, las causas que fomentaron el uso del Aula Virtual de Psicología (AVP) y las que la impidieron. Se seleccionó este módulo, por ser contenido transversal a los distintos Cursos de Ingreso de las Carreras, siendo de dificultad para los alumnos el aprendizaje de la historia de la profesión y la institución. Además, dentro de la Universidad Nacional de Córdoba, se establece como requisito para el ingreso universitario el cursado de un ciclo nivelatorio en el cual se incluya como contenido mínimo la historia de la universidad y de la profesión. (R HCS 334/90 y 352/90 ).

## 2. Los resultados

Se realizaron en total 66 encuestas. De ese total participaron 49 alumnos en alguna actividad del Aula Virtual representando un total de 60%. Quedando así solo un 30% que no participó de ninguna actividad virtual. Sin embargo, al consultar sobre qué causas creen que fomentaron la decisión sobre el usar o no el Aula, se encontró contenido para construir como categorías "Utilizó el Aula Virtual" y "No Utilizo el Aula Virtual".

En ese orden, se crearon subcategorías asociadas a las causas que impidieron el uso del Aula Virtual. Las mismas son: No utilizo el Aula Virtual ya que priorizo el estudio en modalidad presencial, No utilizo el Aula Virtual ya que considera no tiene las competencias para ingresar, No utilizo el Aula Virtual ya que no cuenta con el material físico para ingresar (computadora), No utilizo el Aula Virtual ya que considera no tiene el tiempo para poder ingresar, No utilizo el Aula Virtual ya que no puede ingresar por no estar matriculado. Así, es posible reconocer causas que impidieron el uso de índole institucional (no los asocian al AVP), de índole material (no tienen computadoras o internet o considera no tener el tiempo) de índole personal (considera no tener las competencias).

De aquellos estudiantes que utilizaron el Aula Virtual, solo el 33% realizó la totalidad de las actividades. La causa que fomentó el uso es que consideran que estudiar utilizando el AVP favorece su formación. Entre los estudiantes que no utilizaron el AVP se encontró que un 6% prefirieron priorizar el estudio modalidad presencial ya que esto facilita aprobar el cursado. Un 6% de los estudiantes no lo utilizo por considerar no tener las aptitudes para ingresar al Aula Virtual, mientras que un 8% no cuenta con el tiempo para hacerlo. Además, un 6% no cuenta con computadora e internet en su casa, de manera que no puede ingresar al AVP. (Tabla 1).

Finalmente, un porcentaje mayor (28%) no utilizó el aula, ya que no podía ingresar por no ser alumno matriculado de la carrera.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Causas de por qué cree que utilizó o no las actividades optativas** | **No utilizó el Aula Virtual, ya que priorizo el estudio en modalidad presencial** | **3** | **6%** |
| | **La utilizó ya que considera genera mayor formación** | **21** | **33%** |
| | **No utilizó el Aula Virtual, ya que considera no tiene las competencias para ingresar** | **3** | **6%** |
| | **No utilizó el Aula Virtual, ya que no cuenta con el material físico para ingresar (computadora)** | **4** | **6%** |
| | **No utilizó el Aula Virtual, ya que considera no tiene el tiempo para poder ingresar** | **5** | **8,00 %** |
| | **No contestaron** | **8** | **13%** |
| | **No utilizó el Aula Virtual, ya que no puede ingresar por no estar matriculado** | **18** | **28%** |

**Tabla 1.** Subcategorías asociadas a las causas que impidieron el uso del Aula Virtual

Enfocándose en el análisis cuantitativo es posible observar la distribución de los encuestados por sexo, presentándose un 82% mujeres y un 18% hombres. En ese sentido, se correlacionó el sexo con la participación en el Aula Virtual encontrándose que un 9 % de los varones realizó las actividades, mientras que en las mujeres el porcentaje de participación alcanzó un 35%.

En segundo lugar, se analizó la distribución de los encuestados por edad. La muestra se conformó en un 67% de estudiantes de entre 17 a 20 años, un 21% de 21 a 25 años, un 2% entre 25 a 30 años, un 5% de 31 a 40 años y un 6% de estudiantes de más de 40 años.Estos grupos etarios presentaron distintos comportamientos en relación con el uso del Aula Virtual. Al correlacionar ambos elementos se encontró que participó el 25% del grupo de 17 a 20, un 29% del grupo 21 a 25, un 100% de los estudiantes entre 25 y 30 años y un 75% de los mayores de 40 años (Figura 1).

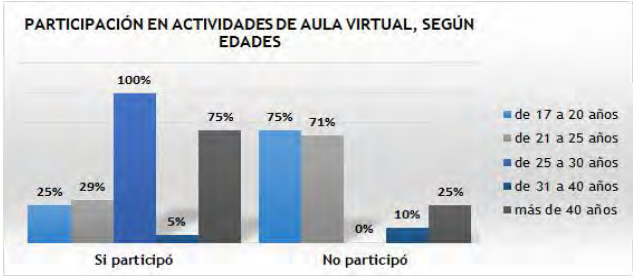



**Figura 1**: Participación en actividades de aula virtual según edad.

Finalmente, en lo referido a la distribución de la población de acuerdo con el lugar de origen se encuentra que un 41% es oriundo de Córdoba Capital, un 18% del interior de Córdoba, un 29 % del interior del país y un 3% extranjeros. En esa dirección, se correlacionaron los grupos con la participación en el AVP, encontrando que participó el 21% del interior del país, el 17% del interior de Córdoba, el 33% de los extranjeros y un 35% de la Ciudad de Córdoba (Figura 2)

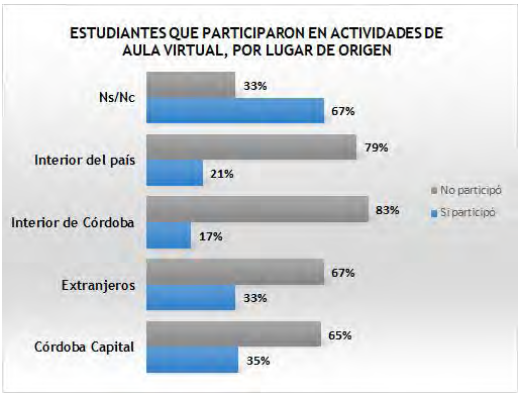



**Figura 2**: Estudiantes que participaron en actividades de AVP por lugar de origen.

En relación a la encuesta, se enfocó el análisis en cuatro elementos: La concepción de los estudiantes sobre la posibilidad de sustitución del Aula Virtual al acompañamiento docente presencial, la percepción de utilidad del Aula para expresar sus ideas, la concepción del Aula Virtual como facilitador para el Curso de Nivelación y la percepción del Aula Virtual como esclarecedor de contenidos.

La encuesta, como se esclareció anteriormente, diferenció entre aquellos estudiantes que si utilizaron el AVP y aquellos que no.

Ante la pregunta ¿el uso del Aula Virtual podrá sustituir totalmente el acompañamiento docente? se encontró que de los estudiantes que realizaron las actividades (Figura 3) el 75% considera que no es posible sustituir el acompañamiento, un 5% sostiene que si lo sustituye, un 20% que podrá sustituirse en parte. En cambio, aquellos estudiantes que no participaron en el uso del Aula Virtual, consideran en un 65% que no podrá sustituir totalmente el acompañamiento docente, un 13% que si lo sustituirá totalmente, un 13% que lo sustituirá en parte y un 9% no contesta la pregunta. (Figura 4)

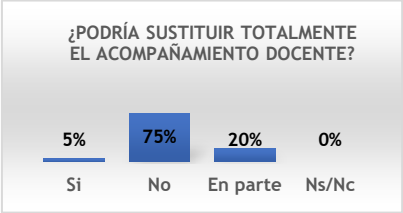



**Figura 3**: Estudiantes que participaron en actividades de AVP. Concepción de sustitución del Acompañamiento Docente por la Virtualidad.

**Figura 4**: Estudiantes que no participaron en actividades de AVP. Concepción de sustitución del Acompañamiento Docente por la Virtualidad.

El segundo elemento a analizar consiste en la percepción de los estudiantes sobre la factibilidad de expresar sus ideas por medio del uso del Aula Virtual. Ante esta variable, los entrevistados que si participaron del aula virtual consideraron en un 45% que si les permite expresar sus ideas, un 50% que en parte pueden expresar sus ideas y un 5% no contesta. (Figura 5)

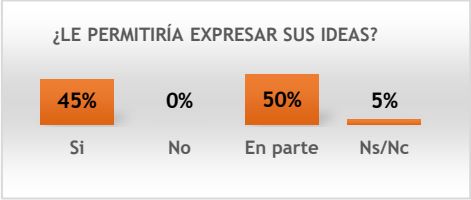



**Figura 5**: Estudiantes que participaron en actividades de AVP. Concepción de utilidad del AVP para expresar ideas.

En ese orden, los entrevistados que no participaron del aula virtual consideraron en un 57% que si les permite expresar sus ideas, un 7% considera que no podrá expresar sus ideas, un 28% que en parte pueden expresar sus ideas y un 9% no contesta. (Figura 6)

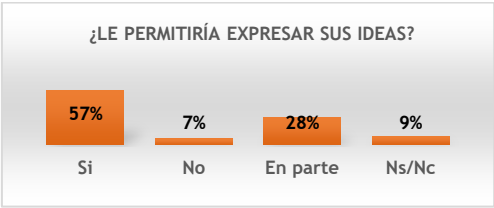



**Figura 6**: Estudiantes que no participaron en actividades de AVP. Concepción de utilidad del AVP para expresar ideas.

Sobre la pregunta ¿Cree que será de apoyo para el desarrollo del Curso de Nivelación? Los estudiantes que utilizaron el Aula respondieron el 95% que si es de utilidad y un 5% que es en parte de utilidad. (Figura 7)

Por otro lado, aquellos que no utilizaron el Aula Virtual, respondieron en un 83% que el uso del Aula será de utilidad para el Curso de Nivelación, un 13%que en parte seria de utilidad y un 4% no responde. (Figura 8)

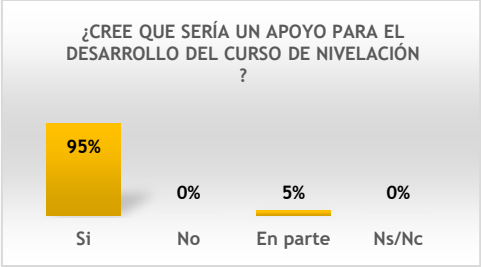



**Figura 7**: Estudiantes que participaron en actividades de AVP. Concepción de apoyo del AVP al Ingreso Universitario.

**Figura 8**: Estudiantes que no participaron en actividades de AVP. Concepción de apoyo del AVP al Ingreso Universitario.

Finalmente, ante la consulta sobre si el uso del Aula Virtual les permitirá comprender con mayor claridad los temas trabajados, aquellos estudiantes que participaron en las actividades virtuales considero en un 75% que si esclarecerá los temas trabajados y un 25% que en parte cumplirá esa función. (Figura 9). Mientras que aquellos que no participaron de las actividades opinaron en un 50% que les permitirá comprender con mayor claridad, un 46% que en parte permitirá comprender con mayor claridad y un 4% no contestó. (Figura 10)

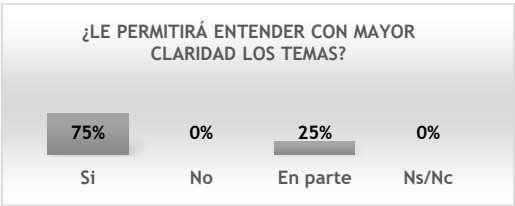



**Figura 9**: Estudiantes que si participaron en actividades de AVP. Concepción de uso del Aula Virtual como esclarecedor de contenidos.

**Figura 10**: Estudiantes que no participaron en actividades de AVP. Concepción de uso del Aula Virtual como esclarecedor de contenidos.

## Conclusiones

Del análisis de los datos obtenidos, se desprende que la implementación del Aula Virtual alcanzó altos niveles de participación a pesar de su característica de optativa.
Entre las causas que impidieron el uso del Aula, se encontraron variables personales, materiales e institucionales. Es posible pensar acciones que ayuden a disminuir el impacto de estas como ser: Cursos o Talleres sobre usos de Aula Virtual para

ingresantes, Sala de PC habilitada para uso de aquellos que no cuenten con los materiales, Talleres de manejo del tiempo para el estudio.
Un elemento para recalcar es la importancia de incluir a todos los estudiantes en el uso del Aula. Así, habilitar usuarios visitantes a todos los estudiantes no matriculados, permitiría facilitar el acceso al conocimiento a aquellos que quedan por fuer que en este caso representan más del 28% de los alumnos.
En relación con los datos cuantitativos, es importante destacar los valores hallados referidos a la franja etaria de 25 a 30 años, quienes utilizaron el AVP en su totalidad. En el mismo sentido el 76% de los mayores de 40 años utilizaron el AVP, lo que implica que poseen las habilidades para manejo de la virtualidad siendo "migrantes digitales". Sobre el lugar de origen varió la participación en el AVP, encontrándose como menor valor en el interior de Córdoba y con mayor nivel de participación en Córdoba Capital.
Por otro lado, los estudiantes que utilizaron el Aula Virtual, consideran en mayor porcentaje que el Aula Virtual es una herramienta que les permitirá comprender con mayor claridad los temas y será una herramienta de apoyo para el Curso de Nivelación. Sin embargo, las opiniones sobre si permitirá expresar las ideas fluctúa en poco porcentaje entre aquellos que utilizaron el Aula Virtual y quiénes no.
Finalmente sobre si el uso del Aula Virtual podrá sustituir la función docente, los estudiantes que utilizaron el Aula Virtual consideran en mayor medida que no podrá ser sustituida en su totalidad, sin embargo aumenta el porcentaje de estudiantes que consideran que podrá ser sustituida en parte.
Cómo discusión a futuro queda pendiente indagar de manera exhaustiva el efecto del módulo que no se trabajó en el AVP, con relación a la calificación obtenida en el primer parcial (que incluyó ambos módulos) y un análisis de los desempeños obtenidos en las actividades teóricas asociadas al primer módulo.

## 3. Referencias


1. Marquina, M. (2011). El ingreso a la universidad a partir de la reforma de los 90: las nuevas universidades del conurbano bonaerense. N. Gluz (comp.), Admisión a la universidad y selectividad social, Buenos Aires: Editorial de la Universidad Nacional de General Sarmiento, 63-86.
2. Universidad Nacional de Córdoba (1990) Resolución del Honorable Consejo Superior 334/90. Córdoba, Argentina.
3. Universidad Nacional de Córdoba (1990) Resolución del Honorable Consejo Superior 352/90. Córdoba, Argentina
4. UNC (2017). Anuario Estadístico de la UNC. Recuperado de http://www.unc.edu.ar//academicas/old-contents/programassaa/ estadísticas/anuarios/2012/unc_anuario_estadistico_2012.pdf/

# Minería de datos educativa para analizar la correspondencia entre las interacciones y el rendimiento académico: un caso de estudio

Christian Alexis Ramírez Monteros[1], Luis Magdiel Oliva-Córdova[2], Mario Renán Moreno Sabido[3], Héctor R. Amado-Salvatierra[4] Antonio García-Cabot[5]

[1] Universidad Central del Ecuador / Escuela Politécnica Nacional
[2] Universidad de San Carlos de Guatemala
[3] Tecnológico Nacional de México / I.T. Mérida
[4] Universidad Galileo – Guatemala
[4] Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Alcalá de Henares,

[1] caramirezm2@uce.edu.ec [2] moliva@fahusac.edu.gt, [3] mario@itmerida.mx
[4] hr_amado@galileo.edu, [5] a.garciac@uah.es

**Resumen.** En la actualidad la tecnología digital utilizada en educación superior permite a través de las plataformas educativas obtener datos masivos de interacciones que pueden servir de insumos para la toma de decisiones en los niveles jerárquicos de la administración y docencia universitaria. Este trabajo surge a partir de la pregunta de investigación ¿Cuál es la correspondencia entre las interacciones que se desarrollan en la plataforma de aulas virtuales de la Escuela Politécnica Nacional (EPN – Ecuador) y la calificación obtenida por los estudiantes? y para ello se utilizaron técnicas de minería de datos educativa basada en la metodología *Cross-Industry Standard Process for Data Mining – CRISPS DM-* que permitieron el análisis de datos de las interacciones y el rendimiento académico. El estudio se desarrolló a partir de la consulta y seguimiento 976 aulas virtuales generadas, 9,714 estudiantes matriculados y 292 docentes. Como resultado se destaca que a través del uso del algoritmo *clustering k-means* se pudo identificar que en la mayoría de casos a mayor interactividad es mejor el resultado en la calificación, lo cual indica que los estudiantes con un número menor de interacciones obtienen calificaciones más bajas. Los resultados permiten valorar el uso de los recursos y actividades dentro de un LMS para potenciar la interacción y mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.
**Palabras claves:** Minería de datos educativa, Analíticas de Aprendizaje, Rendimiento académico.

## 1 Introducción

El rendimiento académico es un término que está vinculado con factores internos y externos tales como: tiempo, asuntos personales, familia, economía, dedicación, vocación, motivación, compromiso, metodologías didácticas, enfoques pedagógicos recursos educativos, entre otras cosas. En este sentido, las instituciones de educación superior han considerado oportuna la integración de las nuevas tecnologías en los procesos

de enseñanza-aprendizaje para el fortalecimiento del rendimiento académico y han implementado en las aulas escolares: ordenadores, pizarras digitales, tablets, entre otras cosas; de hecho, en 2012 un 85% de los centros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) estaban dotados de ordenadores de mesa [1].

Sin embargo, el incremento de aparatos tecnológicos no lleva consigo la correcta utilización de los mismos [2]. Por ejemplo, es necesario un conocimiento apropiado para el empleo de todas aquellas posibilidades que ofrece internet a través de un dispositivo tecnológico, beneficiarse de las distintas actividades y módulos que contienen *Moodle*, el uso de juegos didácticos, entre otras cosas. La inclusión en el aula de las tecnologías educativas es importante si se busca que educación y tecnología se integren en la construcción de nuevos entornos y experiencias educativas para fortalecer el rendimiento académico de los estudiantes y generar un acompañamiento adecuado para enfrentarse al aprendizaje y al empleo de estas tecnologías en la vida académica [3].

En los centros educativos se pueden hallar numerosas experiencias de enseñanza a través de *Moodle*, plataforma que permite configurar aulas virtuales y que forma parte de los proyectos institucionales y de la dinámica de cada institución. Actualmente están registrados 105,984 sitios activos de 229 países. En España se registran importantes instituciones como claros ejemplos: Universitat de Barcelona (UB), Univesitat Politécnica Catalunya (UPC), Universitat Jaume I, Universidad de Málaga, Universitat Rovira i Virgili entre otras [4]. Las plataformas educativas digitales albergan una gran cantidad de datos que pueden ser analizados para verificar las interacciones de los estudiantes en los entornos virtuales de aprendizaje y analizar la correspondencia existente en el rendimiento académico.

La minería de datos, como el proceso de extracción de grandes volúmenes de datos, es una disciplina de origen matemático que a través de teoremas de eficacia de algoritmos y ecuaciones tratados de forma estadística permiten demostrar la utilidad de las cosas en las diferentes áreas del conocimiento y del saber, antes de la puesta de su funcionamiento [5].

La utilización de la minería de datos en la educación puede aplicarse para "obtener una mayor realimentación de la enseñanza, conocer más sobre como los estudiantes aprenden en la web, evaluar a los estudiantes por sus patrones de navegación, clasificar a los estudiantes en grupos o reestructurar los contenidos del sitio web para personalizar los cursos". Entre los principales sistemas que aplican las técnicas de minería de datos en educación online están: 1) orientado hacia los alumnos, para sugerir buenas experiencias de aprendizaje de acuerdo a sus preferencias, necesidades y nivel de conocimiento y 2) orientado hacia los profesores, con el objetivo de ayudar a los profesores y/o autores de los sistemas de e-learning para mejorar el funcionamiento o rendimiento de estos sistemas a partir de la información de utilización de los alumnos [6].

Este trabajo surge a partir de la pregunta de investigación ¿Cuál es la correspondencia entre las interacciones que se desarrollan en la plataforma de aulas virtuales de la Escuela Politécnica Nacional (EPN – Ecuador) y la calificación obtenida por los estudiantes? y para ello se utilizaron técnicas de minería de datos educativa basada en la metodología *Cross-Industry Standard Process for Data Mining – CRISPS DM* – que permitió el análisis de datos de las interacciones y el rendimiento académico. Este trabajo se organiza de la siguiente manera; en la sección 2 se presenta los trabajos relacionados, identificando los resultados más sobre salientes relacionados con este estudio.

A continuación, la sección 3 describe la metodología utilizada, luego la sección 4 muestra los resultados y análisis más significativos del estudio, y finalmente se complementa con la sección 5 donde se plantean las conclusiones generales y algunas consideraciones para trabajos futuros.

## 2 Trabajos relacionados

Dentro de los trabajos relacionados con el uso de la minería de datos educativa en el rendimiento académico se han hecho diferentes esfuerzos para considerar los modelos de minería que más se adaptan a la identificación del rendimiento académico. Martínez, D. y Podestá, C. realizaron un estudio que consideraba especialmente modelos de minería de agrupamiento, clasificación y asociación para buscar los patrones de éxito y de fracaso académico de los alumnos para predecir la probabilidad de los mismos de desertar o tener un bajo rendimiento académico, con la ventaja de poder hacerlo tempranamente, permitiendo así encarar acciones tendientes a revertir tal situación. Este trabajo se realizó en el año 2013, con información de los años 2009 a 2013, con alumnos de la asignatura Sistemas Operativos de la carrera terciaria de Tecnicatura Superior Analista Programador (TSAP) del Instituto Superior de Curuzú Cuatiá (ISCC), de Corrientes, Argentina [7]. Otro trabajo presentado por el mismo grupo de investigación fue enfocado a los perfiles de rendimiento académico en el que se propone la utilización de técnicas de minería de datos sobre información del desempeño de los alumnos de una asignatura con el propósito de caracterizar los perfiles de alumnos exitosos (buen rendimiento académico) y de aquellos que no lo son (bajo rendimiento académico). La determinación de estos perfiles permitirá la toma de decisiones asociadas a las variables relacionas al bajo rendimiento académico [8].

El rendimiento académico en entornos virtuales tiene particularidades en su identificación, especialmente por los tipos de agrupamientos y asociación que pueden realizarse. En el caso de los MOOC la minería de datos puede enfocarse en los procesos de retroalimentación como lo plantea Amado-Salvatierra en su trabajo que consistió en presentar una experiencia con un Framework innovador con el objetivo de crear un compromiso total para los alumnos en entornos de aprendizaje en línea masivos y abiertos. El Framework se llamaba Full Engagement Educational Framework (FEEF). Esta experiencia contribuye al marco con un prototipo de módulo innovador que hace uso de las técnicas de Minería de Datos Educativos (EDM) y de Aprendizaje Automático (ML) para alimentar a un asistente virtual que proporciona retroalimentación apropiada y seguimiento a los estudiantes para aumentar el compromiso y reducir la deserción. [9].

La minería de datos ha constituido un aliado en el proceso de rendimiento académico, así como en otros proyectos académicos que buscan identificar situaciones que contribuyan a la calidad educativa desde distintas perspectivas.

# 3 Metodología

## 3.1 Contexto de estudio

Este estudio de caso se desarrolló bajo un enfoque metodológico cuantitativo mediante la extracción de datos de un conjunto específico de bases de datos, se realizó a través de una exploración aplicando técnicas estadísticas como cuartiles, normalización, dispersión, distribución normal y el algoritmo clustering k-means [12] [13].

La investigación se desarrolló en la Escuela Politécnica Nacional (EPN – Ecuador) y para ello se utilizaron los datos extraidos del *LMS Moodle* basada en la metodología *Cross-Industry Standard Process for Data Mining – CRISPS DM* – que permitieron el análisis de datos de las interacciones y el rendimiento académico de 976 aulas virtuales generadas, 9,714 estudiantes matriculados y 292 docentes durante el periodo marzo 2016 – abril 2017.

## 3.2 Proceso

El proceso se llevó a cabo a través de cuatro fases: comprensión de la institución, comprensión de los datos, preparación de datos y modelado.

**Fase I: comprensión de la institución.** Para diseñar un plan para la aplicación de la minería de datos se detectaron diversas problemáticas de la institución relacionadas al rendimiento académico. En este sentido se identificó los usos que se le dan al *LMS Moodle* en la institución, así como los estudiantes matriculados en acompañamiento con los tutores destinados para cada aula virtual.

**Fase II: comprensión de los datos.** En esta segunda fase se consideró la recolección preliminar de los datos de las actividades generadas por la interacción de los estudiantes en el *LMS Moodle*, tales como tareas, foros, entre otros, desarrollados por los docentes. La modalidad de recolección de datos estuvo basada en recurso *MySq*l base de datos de Moodle desarrollado en código abierto, contiene tablas relacionada con las actividades propuestas por los docentes y ejecutadas por los estudiantes. Así, se obtuvieron los siguientes datos:

- La población de esta investigación estuvo conformada por 976 cursos virtuales de los cuales se extrajeron las siguientes medidas: número de conexiones mediante las consultas realizadas a la base de datos.
- Para la selección de la muestra se utilizó la técnica estadística de cuartiles, que establece una serie de valores que dividen un conjunto de datos ordenados en cuatro partes porcentualmente iguales mediante la fórmula: QK = K (N/4). En donde: Qk = número del cuartil y N = total de datos de la distribución. La muestra se seleccionó de acuerdo al cuartil de los cursos con mayor número de conexiones a la plataforma *Moodle EPN*. Para ello, se procesaron los datos de la población mediante el software R.

La distribución de los cursos por número de conexiones es representada en la Figura 1. El cuartil seleccionado está simbolizado por los círculos de color azul.

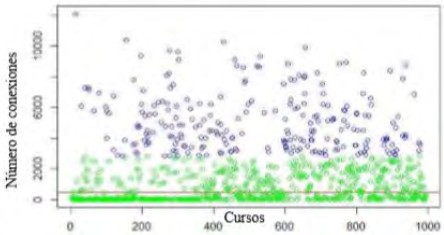



***Figura 1.*** Número de conexiones por curso.

Así, el cuartil que corresponde a los cursos con mayor número de conexiones indica un total de 244, 2554 estudiantes y 80 docentes. Debido a las diferencias de los cursos, se obtuvo el segundo nivel de la muestra y se aplicó la técnica estadística Distribución Normal al cuartil anterior; con ello se eliminaron valores que se encuentran en los extremos de la curva y se identifican cursos de similares características, de acuerdo al área $\mu-\sigma < \mu < \mu+\sigma$ (ver Figura 2).

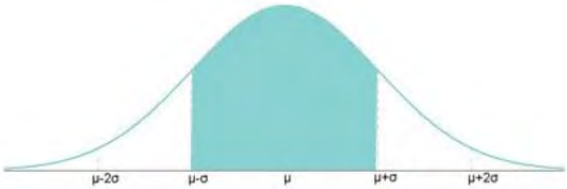



***Figura 2.*** Distribución normal.

Para realizar la gráfica de distribución normal se realizaron los siguientes cálculos: la μ (mediana) = 5095,76 y la σ (desviación estándar) = 1882,45.

***Tabla 1.*** Distribución normal.

| μ-3σ | μ-2σ | μ-σ | μ | μ+σ | μ+2σ | μ+3σ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| -551,60 | 1330,86 | 3213,31 | 5095,76 | 6978,21 | 8860,66 | 10743,11 |

En la Tabla 1 se visualiza el área: 3213,31< 5095,76 <6978,21; a partir de ello se realizó la división por cuartiles y se eligió un curso por cada cuartil utilizando muestreo aleatorio simple. El resultado, la muestra obtenida 4 cursos, 4 profesores y 90 estudiantes que se detallan por la identificación (id) y el número de conexiones: id 217, 3709; id 596, 3895; id 800, 5582 e id 118, 6755.

A partir de la muestra seleccionada se procedió a extraer de ella datos específicos llamados datos seleccionados *Data Set*. Para ello, se realizaron consultas en la base de datos *MySql* para obtener información de las tablas que proporciona *Moodle*, relacionadas con las actividades o recursos utilizados por el estudiantado y el profesorado.

**Fase III: preparación de los datos.** En esta tercera fase se contemplaron las actividades necesarias para definir los datos que se recopilaron para su posterior visualización; esto permitió buscar correlaciones entre variables, junto a otras técnicas de exploración. Las tareas de preparación de los datos abarcaron su selección, limpieza, generación, e integración.

**Fase IV: modelado.** para llevar a cabo esta fase se consideró la técnica *Clustering* o agrupación de datos, técnica de clasificación no supervisada, lo que permitió la organización de datos en grupos (clústeres); para identificar las semejanzas y diferencias de las relaciones entre sí. La técnica de agrupamiento se ha utilizado

ampliamente en estudios de detección de anomalías. El algoritmo asociado al estudio fue *k-means*, de acuerdo a la investigación es uno de los más conocidos por su comprensible funcionamiento e implementación, se representó a cada uno de los clústeres (K) por la media (o media ponderada) de sus puntos (centroide).

En la investigación se consideraron las variables: foro, tiempo de dedicación y calificación. Se aplicó el algoritmo *k-means*, k = 2 como condición inicial y luego K=3 para mejor precisión, debido al número de estudiantes.

## 4 Resultados y análisis

Una vez aplicadas las técnicas de recolección de datos y modelos estadísticos detallados en el apartado metodológico, se obtuvo información importante que describe la correspondencia entre las interacciones en el *LMS Moodle* y el rendimiento académico mediante la aplicación del algoritmo de minería de datos, agrupamiento *clustering k-means.*

### 4.1 Caso de estudio #1

El modelo de agrupamiento se obtuvo a partir de las variables foro, tiempo dedicación y calificaciones mediante la aplicación del algoritmo *k-means* a diecisiete estudiantes, el resultado, clúster cero, once estudiantes y clúster uno, seis estudiantes.

***Tabla 2.*** Centroide clúster actividades curso id 118.

| Atributo | Cluster 0 | Cluster 1 |
|---|---|---|
| Foro | 0.117 | 0.609 |
| Tiempo dedicación | 0.185 | 0.594 |
| Calificación | 0.770 | 0.895 |

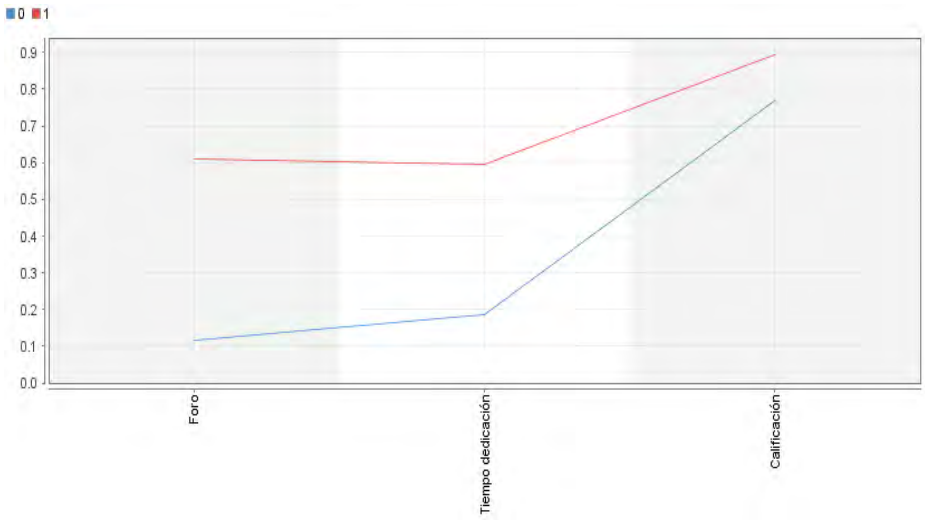


***Figura 3.*** *Clustering k-means* actividades curso id 118.

La Figura 3 describe el comportamiento clúster 0 (azul) y clúster 1 (rojo); para cada una de las agrupaciones se analizaron los rasgos de los estudiantes (interacciones en foro, tiempo de dedicación y la calificación) para establecer la relación dentro de cada uno, obteniendo lo siguiente:

Clúster cero se caracterizó por baja participación en el foro con apenas 0,117; el tiempo de dedicación sigue la misma relación con 0.185, como resultado de la calificación es 0,770. A diferencia del clúster uno, la interacción representó el 0,609, tiempo de dedicaciòn 0,594 y la calificación 0,895. Para este modelo se evidencia que la agrupación del clúster 1, los estudiantes que más han participado en el foro (comentar, leer las entradas) y la revisión de la retroalimentación de las mismas, inciden la obtención de mejor calificación, a diferencia del clúster cero que se visualiza a menor participación, menor calificación.

## 4.2 Caso de estudio #2

En los siguientes modelos de agrupamiento se utilizó K=3 (número de clústeres). Además, se consideraron las variables foro, tiempo de dedicación y calificaciones mediante la aplicación del algoritmo *k-means* a dieciocho estudiantes; el resultado, clúster cero, seis estudiantes; clúster uno, tres estudiantes y clúster dos, nueve estudiantes.

***Tabla 3.*** Centroide clúster actividades curso id 217.

| Atributo | Cluster 0 | Cluster 1 | Cluster2 |
|---|---|---|---|
| Foro | 0.238 | 0.709 | 0.643 |
| Tiempo dedicación | 0.192 | 0.941 | 0.451 |
| Calificación | 0.250 | 0.714 | 0,798 |

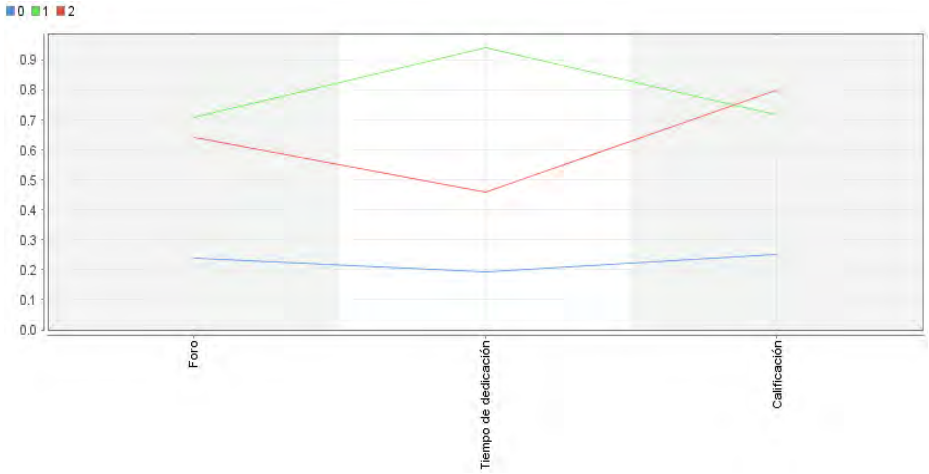



***Figura 4.*** *Clustering k-means* actividades curso id 217.

En la Figura 4 se visualiza el comportamiento siguiente: clúster cero (azul) clúster uno (verde) y clúster dos (rojo); para cada una de las agrupaciones se analizaron el nivel uso de la plataforma usuarios estudiantes (interacciones en foro, tiempo de dedicación y la calificación), obteniendo que el clúster cero se caracteriza por la baja participación de los estudiantes en el foro 0.238, tiempo de dedicación 0.192 y el resultado de la calificación 0.250. En el clúster uno, la participación en los foros aumenta al 0.709; de igual forma tiempo de dedicación 0.451, y la calificación 0.798. Para el clúster dos, aumenta la interacción en foros 0.643, tiempo de dedicación 0.451, sin embargo, disminuye la calificación 0.798 respecto al cluster uno.

En este procedimiento se evidencia que la agrupación del clúster cero, los estudiantes con menor aporte en los foros, menor tiempo de dedicación obtienen calificación baja. Sin embargo, el contraste del clúster dos se visualiza a mayor interacción en la actividad foro y mayor tiempo de dedicación con relación al cluster uno, el resultado de las calificaciones es menor.

### 4.3 Caso de estudio #3

La Tabla 4 se obtuvo de la correlación de variables descritas en los casos anteriores mediante la aplicación del algoritmo *k-means* a un conjunto de veinticuatro estudiantes; el resultado, clúster cero, once estudiantes; clúster uno, cinco estudiantes y clúster dos, ocho estudiantes.

***Tabla 4.*** Centroide clúster contenido curso id 596

| Atributo | Cluster 0 | Cluster 1 | Cluster2 |
|---|---|---|---|
| Foro | 0.171 | 0.625 | 0.547 |
| Tiempo dedicación | 0.244 | 0.817 | 0.380 |
| Calificación | 0.329 | 0.850 | 0,610 |

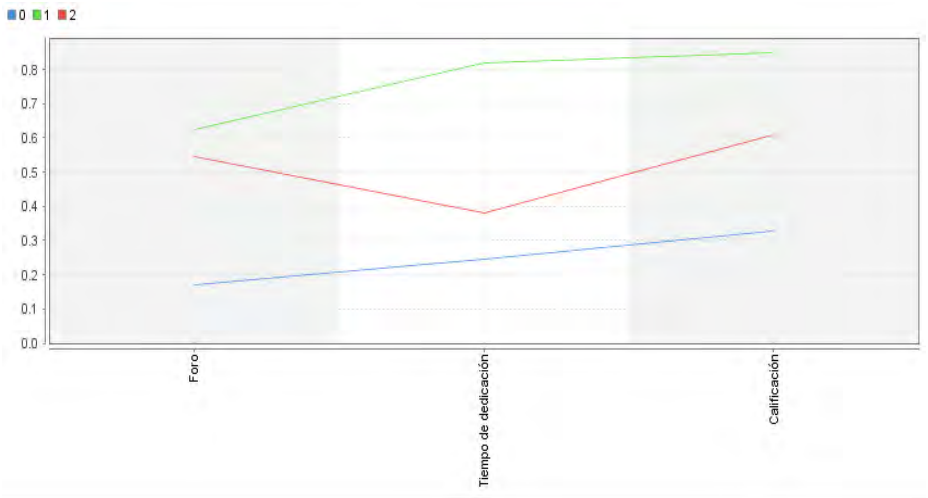



***Figura 5.*** *Clustering k-means* contenido curso id 596

En la figura 5 se visualizan las variables foro, tiempo de dedicación y la calificación para los clústeres cero, uno y dos. En cuanto al clúster cero se muestra la interacción en el foro 0.171, el tiempo de dedicación 0.244, el resultado obtenido en la calificación es 0.329. El clúster uno, foro 0.625, el tiempo de dedicación 0.817 y la calificación 0.850. El clúster dos el foro 0.547, tiempo de dedicación 0.380 y la calificación 0,610.

Con la información detallada, la relación de la agrupación del clúster uno, los estudiantes con mayor participación en el foro, mejor tiempo de dedicación, la calificación obtenida es superior a los clusters cero y dos con menores interacciones.

## 5 Conclusiones y Trabajo futuro

De acuerdo a los resultados de la investigación, se concluye que la integración de tecnologías digitales en el ámbito académico genera enormes volúmenes de datos debido a la interactividad de los usuarios en las diferentes plataformas; en tal virtud, se puede señalar de acuerdo al estudio realizado, la aplicación de técnicas descriptivas mediante el algoritmo de agrupamiento clustering k-means permitió identificar grupos de estudiantes con similares características (interacciones) de acuerdo a las variables utilizadas: foro, tiempo de dedicación y calificación, los cursos analizados en su mayoría (no siempre) coinciden; a mayor interactividad del estudiante, es mejor el resultado en la calificación, lo cual indica que los estudiantes con un número menor de interacciones obtienen calificaciones más bajas.

La actividad tipo foro, permite al docente potenciar el trabajo colaborativo y aumentar las interacciones entre sus estudiantes, además, a mayor tiempo que el estudiante dedica a la realización de actividades y revisión de contenido en la plataforma está relacionado generalmente a mejores calificaciones.

Los resultados permitieron valorar el uso de los recursos y actividades dentro de un *LMS* para potenciar la interacción y mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, para lo cual el docente debe aprovechar la potencialidad que disponen estas herramientas. Además, es preciso señalar que los resultados obtenidos se condicionarán a la realidad de las instituciones educativas (políticas institucionales) y a la modalidad de estudios, en la cual las plataformas *LMS* son fundamentales para llevar a cabo el proceso de enseñanza aprendizaje, caso concreto modalidad a distancia y virtual.

Como trabajo futuro se propone la elaboración de técnicas que permitan mejorar las interacciones en los entornos virtuales de aprendizaje. De tal forma que los tutores tengan un plan para moderar los cursos virtuales y generar a través de recursos diversos interacción que repercutan en el buen desempeño académico del estudiante.

## Referencias

1. Santur, Yunus, Mehmet Karaköse, and Erhan Akin. "Improving of personal educational content using big data approach for mooc in higher education." Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), 2016 15th International Conference on. IEEE, 2016.
2. Quevedo, Inés Dussel-Luis Alberto. "Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital." Documento básico (2010).

3. Sáez López, José Manuel. "Utilización de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje, valorando la incidencia real de las tecnologías en la práctica docente." (2010).
4. Moodle. Sitios registrados en Moodle. Recuperado de https://moodle.net/sites/index.php?country=ES (2108).
5. Rojas, Ferley Medina, and Cristina Gomez. "Funcionalidades de la minería de datos." *Ingeniería y Región* 12 (2014): 31-40.
6. Salcines, Enrique García. Usando mineria de datos para la continua mejora de cursos elearning. Diss. Universidad de Córdoba, 2009.
7. Martínez, David Luis La Red, and Carlos Enrique Podestá Gómez. "Metodología de Estudio del Rendimiento Académico Mediante la Minería de Datos." Campus Virtuales 3.1 (2015): 56-73
8. Martínez, David Luis La Red, et al. "Perfiles de rendimiento académico: un modelo basado en minería de datos." Campus Virtuales 4.1 (2015): 12-30.
9. Amado-Salvatierra, Héctor R., and Rocael Hernández Rizzardini. "An Experience Using Educational Data Mining and Machine Learning Towards a Full Engagement Educational Framework." International Workshop on Learning Technology for Education in Cloud. Springer, Cham, 2018.
10. Ahmed, Abeer Badr El Din, and Ibrahim Sayed Elaraby. "Data Mining: A prediction for Student's Performance Using Classification Method." World Journal of Computer Application and Technology 2.2 (2014): 43-47.
11. Galindo, Eva Gibaja, et al. "Minería de datos educativos para la detección de recursos clave." Revista de innovación y buenas prácticas docentes 3 (2017): 18-28.
12. Viteri, N. C., Ortiz, J. P., Cañizares, N. G. G., Macías, X. Á., Pinos, O. Q.: La investigación mixta, estrategia andragógica fundamental para fortalecer las capacidades intelectuales superiores. La investigación mixta, estrategia andragógica fundamental para fortalecer las capacidades intelectuales superiores. 17, 2(2). (2012)
13. Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P.: Metodología de la investigación. (2014)

# Realidad virtual e imágenes 360° para facilitar la inclusión y mejorar la adquisición de competencias

Nancy E. Saldis[1], Marcelo M. Gómez[1], Carina Colasanto[2], Claudia T. Carreño[2]

Estudiantes Jose Greta[1], Bustamante Tamara[1], Casas Agustina[1], Barros Silvana[1]

[1]Escuela de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Córdoba
nancyesaldis@yahoo.com.ar, mgomez@cnm.unc.edu.ar
[2]Facultad Regional Córdoba. Universidad Tecnológica Nacional
ccolasanto@yahoo.com.ar, ccarreno@gmail.com

**Resumen.** El presente artículo muestra los resultados parciales de una experiencia de I+D educativa que pretende desarrollar e incorporar fuertemente los recursos audiovisuales como parte de las prácticas de enseñanza diarias en el nivel universitario, como medio para facilitar la adquisición de competencias incluidas en el perfil de egreso de los estudiantes de ingeniería. Hoy aparecen nuevos ambientes de formación que complementan y diversifican la oferta educativa. Los últimos productos tecnológicos del mercado, y el aumento de la oferta de hardware y software que está surgiendo en torno a la RV facilitan el acceso a ella como consumidores críticos y como productores. En virtud de esto se concretó un proyecto, algunos de cuyos objetivos específicos que forman parte de un trabajo de mayor envergadura son el de diseñar y producir elementos multimedia con imágenes en 360° y realidad virtual (RV) para la enseñanza de contenidos científicos; profundizar el modelo de enseñanza de las ciencias que utiliza multimedia de última generación y definir sus aportes al aprendizaje significativo de conocimientos científicos, e indagar el posible desarrollo de competencias mediadas por los recursos multimedia diseñados en el marco de este proyecto. A través de subsidios se obtuvieron fondos para la adquisición del material básico para el inicio de la exploración en los procedimientos, y se realizaron encuestas referidas al conocimiento de estas nuevas tecnologías. Los resultados preliminares mostraron que las imágenes 360º, la RV y la RA podrían constituirse en herramientas posibles para la adquisición de competencias en ingeniería.

**Palabras clave:** Realidad virtual. Imágenes en 360°. M-learning. Competencias.

## 1. Introducción

"*Si enseñamos a los estudiantes de hoy como enseñamos ayer, les testamos robando el mañana*". John Dewey (1859-1952).

La inclusión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en las actividades habituales de los estudiantes y en las metodologías docentes están transformando la idea de que la enseñanza y el aprendizaje son procesos que sólo ocurren y se motivan en el tiempo y en el espacio estrictamente áulico. Hoy aparecen

nuevos ambientes de formación que complementan y diversifican la oferta educativa de conocimientos científicos y tecnológicos.

Se podría pensar que el uso de algunas herramientas informáticas son las propicias para desarrollar y encauzar algunas de aquellas competencias genéricas requeridas para el desarrollo personal y social del estudiante. Con la intervención realizada en el marco de Mobile World Congress de Barcelona, Mark Zuckerberg (creador de Facebook) aseguró que la realidad virtual cambiará la forma en la que las personas trabajan y se comunican.

La realidad virtual es una simulación de un ambiente tridimensional generada por computadoras, en el que el usuario es capaz tanto de ver, como de interactuar con los contenidos de ese ambiente. En otras palabras, una realidad virtual, también llamada un ambiente virtual, es una simulación tridimensional que proporciona información sensorial (visual, auditiva, táctil, y/u otros), con el propósito de hacer que el participante sienta que está dentro de ese espacio. Cuando se habla de realidad virtual inmersiva los usuarios, con un casco particular, pueden escuchar sonidos por los auriculares e interactuar con objetos virtuales utilizando dispositivos de entrada como guantes con sensores especiales. Cuando se habla de realidad virtual semi inmersiva en general se hace referencia solo a información sensorial visual y auditiva proporcionada por gafas especiales, y la interacción con objetos del ambiente virtual se da mediante dispositivos similares a *joysticks*. En ambos casos, y como resultado, los usuarios sienten que se encuentran en un espacio tridimensional y pueden mirar a su alrededor y moverse a través del entorno simulado.

Sin embargo, a pesar de que ya hace años que se escucha hablar de la realidad virtual (RV) y sus potencialidades en distintos sectores (educativo, publicitario, turístico, sanitario, etc.) es recién ahora cuando parece que se está convirtiendo en tendencia entre los últimos productos tecnológicos del mercado, y este aumento de la oferta de *hardware* y *software* que está surgiendo en torno a la RV facilitará el acceso a ella como consumidores críticos y productores.

Las posibilidades de la realidad virtual con fines educativos son muchas. Los dispositivos móviles y su tecnología junto a la producción de aplicaciones (apps) específicas para la visualización de imágenes ya se encuentran al alcance de la gran mayoría de los estudiantes universitarios. Pero aún queda por resolver la generación de contenido específico para este ámbito.

El equipo de investigación responsable de la presente ponencia viene trabajando en la utilización de distintas tecnologías en las prácticas de enseñanza siempre orientadas a la mejora de los aprendizajes en orden a competencias complejas. En ese sentido el presente artículo detalla lo trabajado en función de algunos de los objetivos específicos que conforman un trabajo de mayor envergadura:

- Ampliar el marco teórico a través de aportes específicos recientes que redefinan nuevos fundamentos al modelo de trabajo con multimedia.
- Diseñar y producir elementos multimedia en 360° y RV para la enseñanza de contenidos científicos.
- Profundizar el modelo de enseñanza de las ciencias que utiliza multimedia de última generación y definir sus aportes al aprendizaje significativo de conocimientos científicos.
- Indagar el posible desarrollo de competencias mediadas por los recursos multimedia diseñados en el marco de este proyecto.

En referencia a este último objetivo, Nayar (2008) [1] define a las competencias como los *"requerimientos que debe poseer un individuo para desempeñarse con idoneidad en determinada situación, permitiéndole adaptarse a nuevas instancias tanto académicas como laborales"*. Más allá del aprendizaje del manejo de la tecnología involucrada en su proceso de aprendizaje, las vivencias realistas que proporcionan a los estudiantes las imágenes en 360° y la RV permiten visitar ambientes inaccesibles y/o de riesgo a los que no sería posible llegar de manera física, facilitando la adquisición de herramientas y criterios de adaptación, que de otra manera se tornaría improbable.

2. Materiales y métodos

No cabe duda de que en las últimas dos décadas la tecnología ha renovado la educación. Los profesores han pasado de evitar que los alumnos copiaran los trabajos publicados en Internet a incentivar a los estudiantes para que indaguen contenidos en la red. De forma oficial aún se siguen utilizando muchos libros de texto, pero lo cierto es que el mundo *on-line* y los recursos multimedia están cambiando los procesos educativos. Esos mismos textos hoy se complementan con realidad aumentada (RA) proceso por el cual y mediante una aplicación para leer códigos QR, o código de barras bidimensional que almacena datos codificados, se puede acceder a información adicional y complementaria. Sin embargo, se estima que el próximo salto cualitativo en educación será el que va a propiciar la realidad virtual.

El marco teórico para abordar la utilización educativa y el desarrollo de material didáctico para RV y RA debe ser acorde a las herramientas tecnológicas que se pretenden usar, por ello se partió de la Teoría del Conectivismo planteada por Siemens [2] en 2004, la cual pretende explicar los cambios producidos en la era del conocimiento por las TIC, valorando no solo el qué y el cómo aprender sino también el dónde. Este autor considera que el conocimiento es un capital social y que la apropiación de este conocimiento no es una actividad individual sino que presupone mantener conexiones permanentes a tres niveles: entre comunidades especializadas, entre fuentes de información y entre redes. El aprendizaje y la generación de nuevos conocimientos a partir de su circulación e interconexión hace que cobre importancia el denominado m-learning y el uso de dispositivos móviles con alta conectividad, que permiten organizar y vincular los conceptos con información completa y autocontenida (Brazuelo y Gallego, 2011) [3] haciendo posible el aprendizaje ubicuo (Zapata Ros, 2011) [4] que relaciona la posibilidad de acceder a la información en cualquier lugar o cualquier momento, la interacción con pares y expertos y oportunidades estructuradas de aprendizaje desde una variedad de fuentes.

En relación a la estructuración de ambientes de aprendizaje y a las fuentes de información, y considerando la potencia educativa de ellas, se propuso utilizar la realidad virtual e imágenes en 360°, sumergiendo al usuario en un mundo de información que lo acerca de manera insuperable a la realidad misma, con un alto potencial educativo, sin necesidad de un desplazamiento físico hacia lugares y situaciones.

En una segunda etapa se propuso agregar información a las imágenes en 360° y RV en lo que se conoce como realidad aumentada (RA), concepto acuñado por Wellner en 1993, que consiste en añadir más información (textual) a la que de por sí ya existe en una imagen 360° o en RV. Según Rinaldi (2010) [5] la RV combinada con la RA aporta capacidad de fundir lo virtual y lo físico permitiendo aprender con mayor

vivencialidad y por tanto mayor significatividad. Más allá de estas características, el hecho de que un estudiante de ingeniería no deba desplazarse para conocer efectivamente plantas fabriles, usinas, petroquímicas, etc. hace que esta herramienta cobre especial importancia para favorecer también la inclusión que permita el ahorro de recursos y tiempo, pero no de vivencias y sensaciones asociadas a herramientas adaptativas.

A los efectos de conocer el estado del arte dentro de la unidad académica de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFyN) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) se realizaron algunas mediciones diagnósticas. Se preparó un cuestionario que fue aplicado vía virtual a 74 docentes de diversos cursos y asignaturas de la FCEFyN. El instrumento contenía 10 preguntas cerradas y 5 abiertas. En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 1.** Resultados de las encuestas a docentes de la FCEFyN de la UNC.

| PREGUNTAS CERRADAS | SI | NO |
|---|---|---|
| ¿Conoce usted los llamados vídeos 360°? | 51,4% | 48,6% |
| ¿Ha tenido la oportunidad de ver vídeos en 360º? | 43,2% | 56,8% |
| ¿Ha procesado imágenes/vídeos o manipulado cámaras 360°? | | 100% |
| ¿Conoce usted qué es la RA? | 43,2% | 56,8% |
| ¿Ha tenido la oportunidad de ver algún vídeo con RA? | 32,4% | 67,6% |
| ¿Ha tenido la posibilidad de ver un video educativo con RA? | 10,8% | 89,2% |
| ¿Ha procesado imágenes/vídeos para lograr multimedia con RA? | | 100% |
| ¿Conoce usted qué es RV? | 35,1% | 64,9% |
| ¿Ha tenido la posibilidad de ver un video educativo con RV? | 40,5% | 59,5% |
| ¿Ha interactuado con un vídeo educativo con RV? | | 100% |
| ¿Ha procesado imágenes/vídeos para lograr multimedia con RV? | | 100% |

Por otro lado, el *focus group* es una técnica de investigación cualitativa que centra su atención en la pluralidad de respuestas obtenidas de un grupo de personas, cuyo objetivo es la obtención de datos por medio de la percepción, sentimientos, actitudes y opiniones. A través de esta técnica se registró la voz de diez estudiantes de Ingeniería Química. Los participantes dijeron haber presenciado un solo vídeo de RV en su visita a la planta potabilizadora de agua de la ciudad de Córdoba. Opinaron que el aprendizaje a través de multimedia es aún muy incipiente, y solamente han interactuado con algunos simuladores sencillos extranjeros. Expresaron que el aprendizaje con el uso de vídeos es muy enriquecedor y mejora la interpretación de conceptos abstractos. Desconocían aplicaciones o programas para procesar vídeos 360º y no habían tenido la oportunidad de sentir la experiencia de un vídeo educativo con gafas especiales.

Se diseñó entonces un proyecto orientado a atacar este problema con aplicabilidad específica al área. Mediante la obtención de un subsidio otorgado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología (Secyt) de la Universidad Nacional de Córdoba, se pudo obtener algunos fondos que posibilitaron la compra del material básico para iniciar la exploración en los procedimientos de producción de material audiovisual con imágenes en 360°.

**Fig. 1**. Equipamiento adquirido para el desarrollo del proyecto

3. Los resultados

El equipamiento adquirido (Fig. 1) consistió en una cámara "ojo de pescado" que permite la toma de imágenes en 360° a la cual fue necesario adicionar una memoria de 32 GB de alta velocidad. Los accesorios fueron un control remoto para el inicio de video o captura de imagen, un lente para RV, un trípode y un mástil para la cámara y el correspondiente cargador. Debe decirse que los avatares de la política económica hicieron que el aumento del precio del dólar, ocurrido entre la solicitud del subsidio y el otorgamiento de los fondos, nos imposibilitara la compra de lo originalmente presupuestado.

La cámara permite la toma de imágenes y también video en tres formatos diferentes, 960P30, 27K25 y 4K15, el cual debe ser seleccionado de acuerdo al procesamiento que se desee realizar con posterioridad. La marca posee una app disponible para el sistema operativo de móviles IOS que permite su conexión inalámbrica a la cámara a los efectos de usar el celular como monitor de video.

La técnica fotográfica para una cámara de este tipo dista mucho de las técnicas conocidas para la fotografía tradicional. Esto implicó tiempo de entrenamiento en el uso de la misma hasta lograr imágenes aceptables para el uso educativo pretendido.

**Fig. 2**. Aspecto de la imagen de una planta de mecanizado sin procesar.

**Fig. 3**. Aspecto de una imagen de una planta de mecanizado procesada para vista en 360°

**Fig. 4**. Aspecto de la imagen de la planta de mecanizado procesada para vista en RV

Iniciado el entrenamiento en el uso de la cámara y habiendo obtenido un banco de imágenes disponibles sin formato preestablecido (Fig. 2) se procedió a explorar en la web distintas aplicaciones para procesar adecuadamente las imágenes obtenidas, según el uso que se pretendiera darle, a saber, para su vista en formato 360° solamente (Fig. 3) o para ser usada en formato de RV (Fig. 4). Fue importante el tiempo implicado en este proceso ya que no solo se trató de encontrar la aplicación adecuada si no de aprender a usarla.

Las imágenes obtenidas fueron expuestas a estudiantes y docentes en las I Jornadas de Experiencias e Investigaciones Educativas en Ciencias Exactas y Naturales el 16 de setiembre del corriente año en la FCEFyN de la UNC, evento organizado por los autores de este artículo entre otros. También fueron mostradas a público en general en la pasada edición de La noche de los museos realizada en la ciudad de Córdoba. Las imágenes se mostraron en los dos formatos observables, utilizando una Tablet para el primer caso, y los anteojos RV adquiridos mostrados en la Fig. 1 para el segundo caso. Los asistentes mostraron un alto grado de interés en su observación llegando a hacer cola en espera para poder utilizarlos, exponiendo de esta forma su potencialidad educativa y motivadora. Es necesario aclarar que, como puede observarse por la fecha a la que se hizo referencia más arriba, todavía no se ha podido terminar de elaborar las imágenes para utilizarlas en algún aspecto curricular.

Llegado este momento, se vuelve necesario encontrar ahora un programa para editar las imágenes a los efectos de poder multiplicar su potencialidad educativa mediante la RA, aspecto pensado para una segunda etapa de este trabajo. Sin embargo una primera exploración en la web no ha arrojado resultados positivos para programas gratuitos, ya que los existentes no son aptos para este tipo de imágenes. Por otro lado, el monto de dinero restante a esta altura no permite la adquisición de un editor profesional, por lo que el proyecto se encuentra en una encrucijada que todavía no ha encontrado solución.

## 4. Conclusiones y trabajos futuros

Las búsquedas realizadas para encontrar antecedentes en la producción de material audiovisual en 360° o RV con fines educativos no han sido fructíferas. Los

antecedentes encontrados hasta ahora se enfocan en desarrollos lúdicos o producciones de entretenimiento. Esto podría estar indicando que el rumbo elegido para este proyecto de I+D tiene un futuro promisorio, sin embargo, los avatares económicos que afectan al país en la actualidad hacen difícil su continuidad.

Por otro lado, este tipo de situación obliga a buscar soluciones dentro del ámbito académico y científico, por lo que el equipo está considerando contactar a colegas del área de cine y arte de la universidad en la búsqueda de dar continuidad al trabajo ya iniciado.

Si bien aún no se ha conseguido poner a prueba el producto terminado como se había previsto originalmente en los objetivos del proyecto, el equipo de trabajo acuerda poner en circulación lo obtenido hasta el momento a modo de pruebas piloto. La RV y la RA se muestran como herramientas potentes para la apropiación significativa de habilidades.

## 5. Referencias


1. Nayar A. (2008) *La articulación entre Escuela Secundaria y Universidad*, disponible en http://www.uca.edu.ar/mailing/ingreso/La-articulacion-entre-Escuela-Secundaria-y-Universidad.pdf. Consultado el 09 de noviembre de 2015.
2. Siemens, G. (2004). *Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital.* http://es.scribd.com/doc/201419/Conectivismo-una-teoria-del-aprendizaje-para-la-era-digital. Consultado el 2 de febrero de 2017.
3. Brazuelo F., y Gallego D. (2011) *Mobile Learning. Los dispositivos móviles como recurso educativo.* Sevilla: Editorial MAD, S.L.
4. Zapata Ros M. (2011). *Evaluación de la calidad en entornos virtuales de aprendizaje: Entornos sociales de aprendizaje.* Revista de Educación a Distancia (RED) Año XI, Número 29, http://www.um.es/ead/red/29/. Consultado el 07 de abril de 2015.
5. Rinaldi M. (2010). Revista América, Learning and Media, Edición N°12.

# Propuesta metodológica para aprendizaje de lengua de señas Ecuatoriana en niños con discapacidad auditiva a través de juegos serios y sistemas expertos

J.C. Quezada, K. Panamá-Mazhenda, A. Viscaino-Quito, and V. Robles-Bykbaev

GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador
{jquezadac2, jpanamam1, jviscainoq}@est.ups.edu.ec, vrobles@ups.edu.ec

**Resumen** De acuerdo a las últimas estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), hoy en día existen 466 millones de personas con pérdida auditiva. De este grupo, más de 34 millones son niños. Asimismo, se estima que para el año 2050 más de 900 millones de personas tendrán pérdida auditiva. En esta línea, en Ecuador 64.356 personas viven con diversos tipos de discapacidad auditiva. A más de ello, es importante destacar que en el Ecuador y en otros países en vías de desarrollo actualmente no se cuenta con un número apropiado de propuestas metodológicas sustentadas en tecnologías informáticas inteligentes para brindar soporte educativo a niños sordos. Por ello, en este artículo se presenta una propuesta metodológica para el desarrollo de destrezas lingüísticas de los currículos de educación básica elemental en estudiantes sordos profundos. Esta propuesta se sustenta en juegos serios y sistemas expertos y en la primera etapa de valoración ha sido evaluada por un equipo de expertos educadores que trabajan con niños sordos.

**Palabras clave:** Lengua de Señas Ecuatoriana · Juegos Serios · Niños · Sistemas Expertos.

## 1. Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS), con el apoyo del Grupo del Banco Mundial, en el año 2011, publicó el Informe Mundial sobre la Discapacidad, donde se señala que a nivel mundial existe un 15 % de personas con discapacidad, es decir, más de 1.000 millones de personas [9].

Por otro lado, el Ecuador tiene una población de 14'483.499 de habitantes, de este número 816.156 personas presentan algún tipo de discapacidad. De este amplio grupo de personas, 2.482 niños y niñas con edades entre 0 y 12 años tienen discapacidad auditiva [2].

La problemática principal se centra en estudiantes sordos de 6 a 8 años, los mismos que pueden presentar dificultades morfosintácticas, es lo niveles léxicos,

semánticos y sintácticos. Tomando en cuenta este argumento, es importante analizar las causas que generan la problemática antes planteada: la primera se debe al hecho de que no existe una seña asignada para todas las palabras, ocasionándose dificultades a nivel léxico; la segunda se enfoca en la escasez de material en lengua de señas , esto genera una barrera de acceso a la información, provocando problemas en el ámbito semántico; la tercera radica en la estructura de comunicación que tiene la lengua de señas, ya que al no utilizarse nexos y artículos los errores a nivel sintáctico son mayores. Por ejemplo, al momento de redactar un texto, las personas con discapacidad auditiva suelen escribir tal y como se expresan en lengua de señas. Las causas antes mencionadas, inciden directamente en la adquisición del proceso de lectura y escritura, las cuales pueden generar barreras de accesibilidad, participación y comunicación [1].

La lengua de señas no es una lengua internacional, puesto que el uso y configuración manual de una seña variará dependiendo de las costumbres o tradiciones de cada cultura sorda, por esta razón, en el Ecuador, surge la necesidad de generar plataformas virtuales o medios de interacción para personas con discapacidad auditiva, puesto que el acceso a libros, cuentos o plataformas en lengua de señas están ausentes de las agendas públicas y privadas, en la gran mayoría de espacios o contextos se está haciendo un esfuerzo importante por atender el tema de la accesibilidad, pero esto no es suficiente al momento de hablar de inclusión.

En el ámbito internacional, existe un programa llamado “En Otras Palabras”, el mismo que es un software multimedia educativo ideado por profesionales del área informática de la Universidad Nacional del Nordeste de Argentina, permite adquirir y ejercitar vocabularios básicos de la lengua de señas argentina. Su uso es accesible tanto para personas sordas como para cualquier persona que busque un acercamiento a esta lengua. El programa informático está dividido en 10 categorías, entre ellas, familia, abecedario, colores, transportes y provincias.

Visto de esta forma, existen programas informáticos que promueven el uso de la lengua de señas, sin embargo, aún no se diseña una aplicación que permita vincular las dimensiones metalingüísticas (léxico, semántico y sintáctico) con la lengua de señas, esto permitirá eliminar barreras de comprensión y de acceso a la comunicación.

## 2. Trabajo relacionado

El uso de juegos serios en la actualidad ha sido un completo desafío, siendo una nueva forma del desarrollo de aprendizaje en distintas áreas que abarcan tres niveles de enseñanza: la forma práctica, la de organización y la reflexión teórica. En estos juegos se mezcla la parte teórica de los mismos con un punto de vista educativo y de aprendizaje. En dicho punto se aplican distintas formas de variantes y la participación por medio de la elección y unión de sistemas de expresión con patrones de comunicación. En el desarrollo que nos enfocamos en este artículo es la parte de comunicación como proceso dinámico, que tiene lugar en lo individual y en el cual entendemos los juegos como modelos conceptuales, que aplican en contextos tanto de manera formal como informal en el aprendi-

zaje, mejorando el desempeño de habilidades en un entorno de pensamiento y actuación, en el cual el rendimiento está basado en la actividad del juego [8], ya que es importante la adquisición de lenguaje en el desarrollo cognitivo de los niños y adolescentes, sobre todo al aprender y practicar el lenguaje de señas para sus procesos educativos, formando un relación en proceso de instrucción y el diseño del juego para hacerlo más óptimo. Una propuesta de herramienta con enfoque al aprendizaje de lenguaje de señas es la que se describe en [3]. Dicha propuesta consiste de una herramienta de auditoría web para docentes de Educación Infantil, que permite la generación de juegos educativos de forma adecuada y semiautomática, que funcionan con grupos semánticos para que el niño aprenda lenguaje de señas y a entender el concepto de los mismo en áreas como la higiene, los animales, el transporte, etc. Otras propuestas de juegos serios para el aprendizaje de lenguaje de señas las mencionamos a continuación.

Menusigne es un juego serio para aprender la gramática del lenguaje de señas. Está diseñado básicamente para enseñar a estudiantes principiantes de lengua de señas franceses a aprender las propiedades básicas del idioma y brindarles una base en los elementos de la gramática sistémico funcional. El mismo crea recursos para la producción basada en un avatar de lenguaje de señas y también de reconocimiento de voz para aquellas personas que trabajen con la plataforma cuya experiencia es en lingüística, esta se encuentra habilitada para la web para evitar tipos de software más complejo. Está constituido por 3 niveles, en el cual el puntaje varía dependiendo de la dificultad de la lección, que está determinada por el número total de indicaciones disponibles y la modalidad [4].

CopyCat es un juego de lenguaje de señas americano para niños sordo. Es un juego educativo cuyo objetivo es ayudar a niños sordos a mejorar sus habilidades de lenguaje y memoria. Cada uno de los juegos está relacionado con la búsqueda, en el cual el niño debe interactuar con un héroe para recolectar elementos y dar así solución a un problema. La forma de interacción entre el niño y el héroe se lo hace por medio de lenguaje de señas, ya sea para identificar un objeto o avisar que un villano se encuentra cerca, así mismo si el lenguaje de señas realizado por el niño es incorrecto, el héroe hará énfasis en ello, para que el niño vuelva a intentarlo y así hasta que genere una acción [10].

En Ezzahra, una región en el norte de Tunez, se aplicó MemoSign durante tres sesiones, buscando examinar el interés de estudiantes sordos en el juego, cuyo objetivo es el de promover la adquisición de vocabulario, ya sea hablado o por medio de lenguaje de señas. El juego se divide en tres áreas que son [1]:

1. Palabra: en el cual se debe asociar el par de tarjetas que corresponde tanto al significado de la seña como la manera de expresar la misma, presentándose de forma gráfica.
2. Visual: aquí se debe buscar el contenido visual que esta relacionado con la parte conceptual del mismo.
3. Calcula: en este apartado se presenta una serie de problemas matemáticos sencillos que deben de ser resueltos, para luego memorizarlo y asociarlo con el resultado traducido en lenguaje de señas.

Aprendizaje del lenguaje de señas usando el videojuego hangman: hace uso de Leap Motion Controller, que captura con gran precisión los movimientos de las manos, dedos e incluso objetos, aquí se capturara los gestos que posteriormente facilitaran el aprendizaje del alfabeto en lenguaje de señas y que serán usados para el juego del ahorcado que es lo que se propone y se irá desarrollando de manera interactiva, así mismo implica el marco Leap Trainer, el cual profundiza el aprendizaje y el reconocimiento de los gestos por medio de porcentaje de coincidencia [7]. Cada una de estas dimensiones fue evaluada en la escala de Likert por los expertos y en todas se obtuvo puntajes de 5, excepto en los puntos c) y d), cuyo valor fue 4.8.

## 3. Descripción de la propuesta

### 3.1. Metodología de intervención

La propuesta que se describe en este artículo se enfoca en estudiantes de básica elemental, es decir, con los niveles de segundo, tercero y cuarto de educación general básica, por esta razón, todas las actividades responderán a las necesidades y características de niños y niñas sordos entre los seis y ocho años de edad de la Unidad Educativa "Claudio Neira Garzón", ubicada en Cuenca, Ecuador. Los temas a tratar tienen como objetivo fortalecer destrezas vinculadas a las habilidades metalingüísticas, esto se logrará a través del desarrollo y el uso de juegos serios. Para trabajar el nivel léxico, los ejercicios se centran en actividades en las que se asocien palabras con la seña adecuada, por ejemplo: reconocer fonemas, asociar grafemas con la lengua de señas, comparación de objetos estableciendo criterios de color, tamaño y forma, días de la semana, colores, animales salvajes y domésticos, estas actividades estarán dirigidas a niños sordos de 6 años. En el nivel semántico lo que se busca es que los estudiantes sordos conozcan el significado de las palabras dependiendo el contexto de la oración, en este caso se abordarán temáticas como: pronombres, sustantivos, género masculino y femenino, adjetivos, familias de palabras, provincias, ciudades. Los ejercicios antes mencionados se enfocarán en estudiantes sordos de 7 años.

Finalmente, en el nivel sintáctico, lo que se pretende es que los estudiantes estructuren oraciones de forma adecuada, esta actividad se trabajará a la par con la lengua de señas, puesto que, por lo general, estas actividades se aprenden de forma separada, lo que ocasiona dificultades en la comprensión de textos. Los ejercicios estarán dirigidos a niños sordos de 8 años.

En conclusión, la importancia de contar con una herramienta lúdica interactiva (juego serio) y un sistema experto que brinde soporte en la toma de decisiones, radica en trabajar a la par los tres niveles metalingüísticos (léxico, semántico, sintáctico), puesto que cada uno guarda una relación muy estrecha con el otro. Sólo de esta manera los estudiantes sordos podrán desarrollar y comprender el lenguaje de forma adecuada, tomando en cuenta que todos estos niveles serán vinculados con la lengua de señas, puesto que esta lengua es parte de su cultura y es el medio por el cual se establecen canales comunicativos, educativos, sociales y culturales.

### 3.2. Juegos serios

El proyecto esta compuesto por siete juegos como recurso de aprendizaje a nivel educativo. Todos los juegos están relacionados con el desarrollo de destrezas de los niveles segundo, tercero y cuarto de educación básica general. Como se puede apreciar en la Figura 1, tenemos dos juegos que se enfocan en la enseñanza de los días de la semana y la identificación de colores en lenguaje de señas.

Estos llevan a cabo un estudio de forma cualitativa tanto de manera representativa en el ámbito de toma de decisiones y evaluativa con respecto al tiempo. En cada uno de los juegos el orden de las imágenes es aleatorio, por lo cual el objetivo de cada uno se detalla seguidamente. En el primero se debe asociar el color con las imágenes propuestas tomando como referencia el lenguaje de señas en las que se representan y las cuales deberán de ser coloreadas en base al mismo. En el segundo se presenta siete tarjetas en desorden, cada una representa un día de la semana en lenguaje de señas, las cuales deberán de ser ubicadas en el orden correspondiente, aquí hacemos uso de los juegos para transmitir conocimiento, generando una interacción significativa, que aunque son juegos de corta duración sirven como variante al proceso de aprendizaje, ayudando a los niños a adquirir habilidades de comunicación efectiva desde un punto base, dándoles una mejor comprensión de lenguaje de señas al emplear el juego, adquiriendo experiencias para su propio desarrollo y hábitos de entrenamiento, el cual nos proporciona una manera efectiva de monitoreo del rendimiento del mismo y así adquirir información relevante que se aplicaría en proyectos futuros. Los demás juegos por los que este compuesto son: completar frase, asociar los números con lenguajes de señas, sopa de letras, el ahorcado, asociar las palabras con los objetos y los dos que hemos mencionado de manera específica antes.

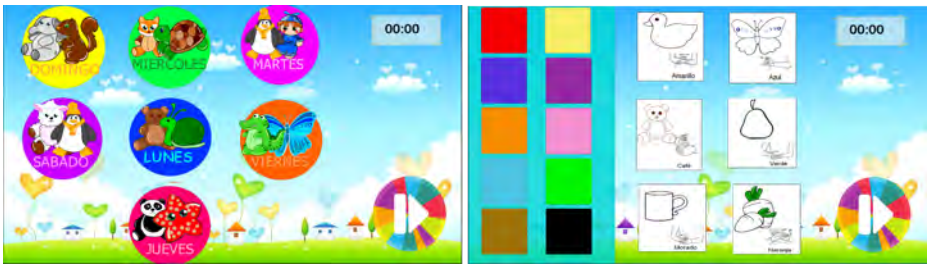



**Figura 1.** Dos capturas de pantalla del juego serio. En la imagen de la izquierda se puede apreciar el juego para aprender los días de la semana, mientras que en la imagen de la derecha se observar el juego para enseñanza de colores.

### 3.3. Sistema experto

A fin de determinar de mejor manera qué juegos deben ser empleados por los niños, se propone emplear un sistema experto basado en árboles de decisión.

Este proceso se ha fundamentado en la experiencia previa conducida en otros trabajos [5,6]. Para ello, en esta primera etapa del proyecto, se han considerado 11 destrezas que se relacionan con el desarrollo del lenguaje en el niño y 9 actividades lúdicas asociadas a dichas destrezas. Como se aprecia en el Cuadro 1, se han codificado las destrezas con letras a fin de poder ingresarlas en el algoritmo del árbol de decisión.

**Cuadro 1.** Principales destrezas usadas en la etapa inicial de desarrollo del sistema experto.

| Destrezas | |
|---|---|
| Reconocer fonemas (A) | Asociar letras con la lengua de señas (B) |
| Reconocer fonemas iniciales en palabras (C) | Reemplazar dibujos por palabras (D) |
| Animales salvajes (E) | Animales domésticos (F) |
| Asociar palabras con la lengua de señas (G) | Identificar números con la lengua de señas (H) |
| Reconocer colores a través de la lengua de señas (I) | Reconocer y diferenciar los días de la semana a través de la lengua de señas (J) |
| Reconocer medios de transporte aéreos y terrestres a través de la lengua de señas (K) | |

Con estos elementos se procedió a construir las preguntas que requiere el árbol de decisión. Para ello, se trabajó con estructuras dicotómicas organizadas con la estructura como $salida = \phi(d, n, e)$, donde $d$ representa la destreza (codificada con las letras indicadas en la Tabla 1), $n$ el nivel del niño (primero, segundo o tercero de educación básica general) y $e$ el estado de desarrollo (0 para no adquirido y 1 para adquirido). La función $\phi(d, n, e)$ se define en la Ec. 1:

$$\phi(d, n, e) = \begin{cases} 1, & si\ n = 2 \\ 0, & caso\ contrario \end{cases} \tag{1}$$

Con ello, se procedió a construir el árbol de decisión - regresión que se ilustra en la Figura 2. Con ello, el objetivo que tiene el árbol es predecir cuántas veces por semana deben realizarse ejercicios con los juegos serios, de acuerdo al nivel de desarrollo de las destrezas en el niño.

Las actividades lúdicas guardan una estrecha relación con las destrezas y son las que se detallan a continuación: Buscar en etiquetas palabras que contengan el fonema (1A), Deletrear su nombre y el de sus padres en lengua de señas (2B), Buscar en periódicos o revistas palabras que empiecen por ese fonema (3C), Enseñarle dibujos de objetos del hogar y reemplazarlos por señas (4D), Hacer mímicas de animales y asociarlos con la lengua de señas (5E), Hacer mímicas de animales y asociarlos con la lengua de señas (6F), Enseñarle dibujos de objetos del aula y reemplazarlos por señas (7G), Contar frutas y caramelos con el uso de lengua de señas (8H), Usar pintura de dedos y relacionarlos con la lengua de

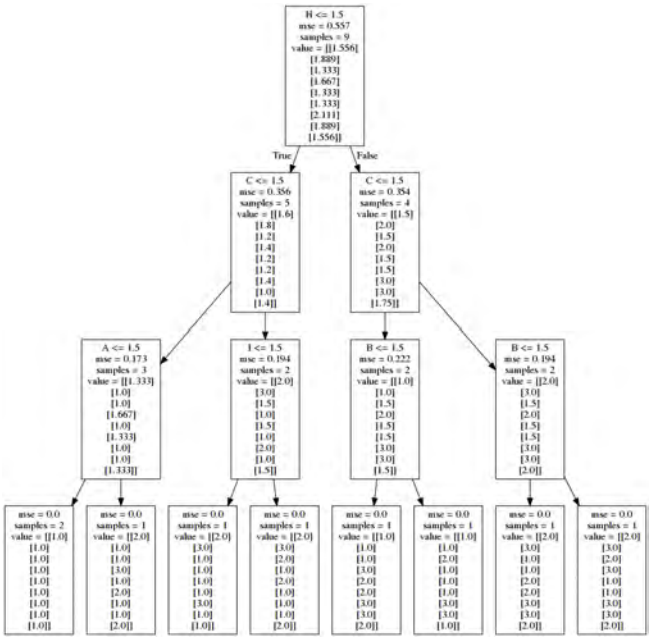



**Figura 2.** Árbol de decisión - regresión desarrollado para predecir el número de veces que se debe emplear las actividades interactivas de los juegos serios.

señas (9I), Armar un calendario a través del uso de la lengua de señas (10J) y Contar historias o cuentos de los medios de transporte con el uso de la lengua de señas (11k).

### 3.4. Evaluación preliminar

A fin de conocer la percepción inicial que tienen los maestros del ámbito de la educación especial sobre la propuesta, se consultó a 5 expertos sobre los siguientes temas: a) si las actividades responden a los contenidos o destrezas de educación elemental, b)si el material puede ser de utilidad en la enseñanza de la lectura y escritura, c) si las actividades a realizar son de fácil comprensión, d) si está de acuerdo utilizar TICs para consolidar el aprendizaje de los estudiantes y e) si los contenidos a utilizarse son pertinentes en relación con la edad de los estudiantes. Los profesionales indicaron que están totalmente de acuerdo con todas las áreas, escepto en c) y d), donde se obtuvo una puntuación 4,8/5.

## 4. Conclusiones

El desarrollo del software interactivo, permitirá fortalecer los niveles léxico, semántico y sintáctico de niños sordos profundos de básica elemental que asisten

a la Unidad Educativa Especial "Claudio Neira Garzón". Cabe recalcar que los contenidos y juegos serios a utilizar parten de un análisis previo a los currículos de segundo, tercero y cuarto año de educación general básica, de esta manera, la presente propuesta educativa responde a las características y necesidades del contexto ecuatoriano. Cada actividad respetará las edades de desarrollo de los estudiantes, ya que en un inicio se realizarán tareas vinculadas a contextos muy comunes de los niños como la casa y la escuela; por otro lado se enfatizarán temáticas que fomenten en aumentar el nivel léxico y semántico de cada estudiante, finalmente cada año de educación básica trabajará el ámbito sintáctico que más tarde permitirá que los estudiantes con discapacidad auditiva puedan estructurar oraciones sin presentarse dificultad alguna.

Los juegos serios, pretenden brindar una respuesta ágil y positiva a las barreras de aprendizaje, participación y comunicación que pueden presentarse dentro del aula de clase, al trabajar los tres niveles morfosintácticos se están desarrollando destrezas que permitirán comprender de mejor manera el lenguaje, empezado por el ámbito de la lectura y escritura, hasta llegar a la interacción social.

## Referencias

1. Bouzid, Y., Khenissi, M.A., Essalmi, F., Jemni, M.: Using educational games for sign language learning-a signwriting learning game: Case study. Journal of Educational Technology & Society **19**(1), 129–141 (2016)
2. Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS): Estadísticas de discapacidad. https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/ (2019)
3. dos Passos Canteri, R., Garcıa, L.S., Felipe, T.A., Galvao, L.F.O., Antunes, D.R.: Conceptual framework to support a web authoring tool of educational games for deaf children (2019)
4. Rayner, M., Strasly, I., Tsourakis, N., Gerlach, J., Bouillon, P.: Menusigne: A serious game for learning sign language grammar. In: Proc. 7th ISCA Workshop on Speech and Language Technology in Education. pp. 181–186
5. Robles-Bykbaev, V., López-Nores, M., García-Duque, J., Pazos-Arias, J.J., Arévalo-Lucero, D.: Evaluation of an expert system for the generation of speech and language therapy plans. JMIR medical informatics **4**(3), e23 (2016)
6. Robles-Bykbaev, V.E., López-Nores, M., Pazos-Arias, J.J., Arévalo-Lucero, D.: Spelta: An expert system to generate therapy plans for speech and language disorders. Expert Systems with Applications **42**(21), 7641–7651 (2015)
7. Soares, F., Esteves, J.S., Carvalho, V., Moreira, C., Lourenço, P.: Sign language learning using the hangman videogame. In: 2015 7th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT). pp. 231–234. IEEE (2015)
8. Sørensen, B.H., Meyer, B.: Serious games in language learning and teaching-a theoretical perspective. (2007)
9. World Health Organization: World report on disability. WHO Press (2011)
10. Zafrulla, Z., Brashear, H., Presti, P., Hamilton, H., Starner, T.: Copycat: an american sign language game for deaf children. In: Face and Gesture 2011. pp. 647–647. IEEE (2011)

# Aprendizaje de código Morse mediante captura de señales miográficas a través de un brazalete inteligente

Carlos Álvarez1, Esteban Sibri1, Mayra Fajardo1, Paola Ingavélez

[1]Universidad Politécnica Salesiana
calvarezz@est.ups.edu.ec, esibri@est.ups.edu.ec, mfajardol1@est.ups.edu.ec, pcingavelez@ups.edu.ec

**Resumen.** En este trabajo se presenta un estudio de captación de señales miográficas de los movimientos musculares del brazo y la conversión de señales en palabras, frases, letras o números basados en código Morse. La aplicación desarrollada en JAVA está dividida en dos partes. La primera parte está basada en una "hoja en blanco", donde el usuario podrá escribir cualquier texto que se imagine. La segunda parte dispone de un juego clásico del ahorcado. El programa pretende dotar de una herramienta que facilite el aprendizaje de código Morse, así como también el favorecer la posibilidad de comunicación de personas con problemas asociados.

**Palabras clave:** Comunicación, JAVA, señales miográficas, MYO. Código Morse.

## 1. Introducción

A raíz de que el ser humano ha ido evolucionando también ha desarrollado la necesidad de comunicarse de una manera más fácil, sin embargo, han surgido varios métodos de comunicación, entre ellos el código Morse, el mismo que fue desarrollado con la finalidad de funcionar como señales telegráficas específicamente para el telégrafo conformado inicialmente por números y varios años después fue expandido para trabajar con letras. Siendo uno de los métodos principales usados en el siglo XlX, para comunicación limitada. Este sistema de comunicación comenzó cuando los inventores Samuel Morse y Alfred Vail trabajaban en un sistema de telégrafo eléctrico. Samuel Morse empezó en 1837 con una primera versión de su código, el cual servía para enviar números, y se convertían en mensajes completos usando un libro de claves. Vail expandió este código en 1841 para incluir letras y otros símbolos, creando lo que se conoce hoy como código Morse. [1]

**¿Cómo funciona?**

- La duración del punto es la mínima posible.
- Una raya tiene una duración de aproximadamente tres veces la del punto.
- Entre cada par de símbolos de una misma letra existe una ausencia de señal con duración aproximada a la de un punto.

- Entre las letras de una misma palabra, la ausencia es de aproximadamente tres puntos.
- Para la separación de palabras transmitidas el tiempo es de aproximadamente tres veces el de la raya.

Normalmente el código Morse lo identificamos únicamente con el conocido punto y raya, pero no es la única manera de representarlo ya que puede comunicarse mediante señales emitidas de forma intermitente ya sean luces o incluso sonidos.

El aprendizaje de codificación apoya significativamente en el desarrollo de destrezas cognitivas, por lo que la búsqueda de herramientas que rescaten aprendizajes milenarios constituye un reto en la tecnología. Con el paso del tiempo la tecnología va avanzando y automatizando actividades o potencializando otras que aportan en la resolución de problemas, entre ellos ha surgido el brazalete MYO Armband, construida por la compañía Canadiense Thalmic Labs en febrero del 2013, quien presentó el brazalete MYO Armband como una tecnología inteligente que permite controlar, mediante gestos, todo tipo de equipos y tecnología, como computadoras, drones, celulares incluso ventanas inteligentes. [2]. El control de dispositivos se lo realiza mediante la captación de señales miográficas del antebrazo y su movimiento. Estas son señales eléctricas producidas por los músculos durante el proceso de contracción y relajación, las mismas que son captadas por los sensores incrustados en el brazalete.

Haciendo uso del conocido código Morse y su relación con manejo de señales enviadas de manera intermitente desarrollamos un “Traductor de código Morse” donde con movimientos de los músculos del antebrazo podemos escribir mensajes o simplemente palabras y para hacerlo más agradable visualmente está adaptado al famoso juego del “ahorcado” para demostrar el funcionamiento donde el programa captura las señales antes mencionadas convirtiéndolas a las letras que se agregaran al juego.

## 2. Arquitectura del Sistema

### 2.1. El MYO Armband

Este brazalete está desarrollado con una serie de sensores de movimiento como el acelerómetro que detectan gestos y acciones del brazo, también están integrados sensores de actividad muscular que detectan patrones eléctricos que determinan los movimientos musculares.

Los principales músculos que son detectados por la MYO son los siguientes:

- Extensor radial largo
- Extensor radial corto
- Extensor de los dedos
- Flexor ulnar del carpo
- Extensor ulnar del carpo
- Extensor propio del meñique

De modo que para que MYO detecte dichos músculos el brazalete está compuesto “por un conjunto de eslabones que integran sensores de grado médico de acero inoxidable de alta sensibilidad. Está equipado con un procesador ARM Cortex M4, un

Sistema de feedback háptico basado en vibraciones, conectividad bluetooth e indicadores LED". [3]

**Fig. 1.** Brazalete MYO Armband. [3].

Para este proyecto utilizamos tres movimientos que identifican el punto, raya y el espacio que separa las letras o frases

-Fist (puño)

-Wave in (Saludo hacia adentro)

-Wave out (Saludo hacia afuera)

Donde el puño representa el punto, el saludo hacia adentro es la raya y el saludo hacia afuera es el espacio. Estas señales fisiológicas propias del músculo del antebrazo producen las señales que MYO procesará en sus algoritmos para obtener el fragmento de un mensaje en clave Morse en el sistema desarrollado, por consiguiente, la suma del conjunto de estos gestos procesará una palabra codificada completamente en clave Morse que a continuación se traducirá al idioma español.

El uso de la MYO y el algoritmo desarrollado permite codificar y procesar una palabra en clave Morse para que pueda ser visualizada y usada en juegos.

## 2.2. Código Morse

Como se mencionó en el apartado anterior el código Morse está conformado por punto y raya, el software necesario para las operaciones de desarrollo, prueba y producción del software, es MYO Connect, el cual se puede descargar desde la página web oficial de una manera gratuita y permite acceder a una amplia variedad de herramientas que se usan para reconocer los gestos producidos por los músculos del antebrazo.

## 2.3. JAVA

Entre los componentes necesarios para el desarrollo de este proyecto es el uso de JAVA con NetBeans en la que se programó la conexión con MYO. Este software fue desarrollado como un proyecto Maven. Hacer en este tipo de herramienta open-source, nos permitió simplificar los procesos de build optimizando tiempo a la hora de hacer las pruebas. [4] La estructura propuesta para este proyecto consta de 3 partes, la primera que es la conexión MYO-JAVA, la segunda que es el desarrollo del código, y la última parte que es el desarrollo de la aplicación.

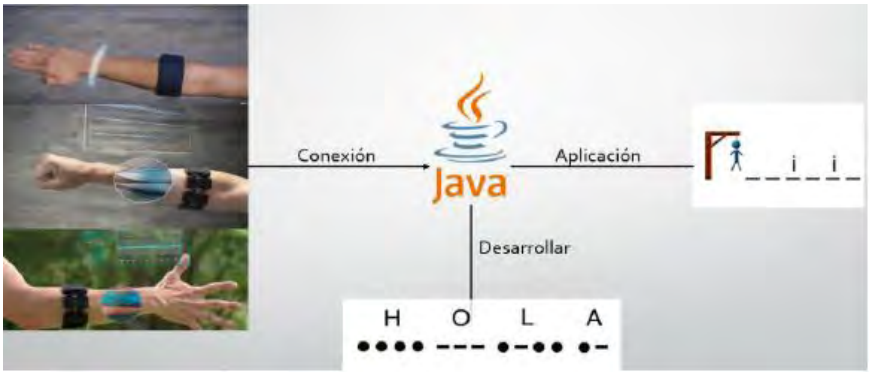



**Fig. 2.** Estructura del proyecto**.**

### 2.3.1. Conexión MYO-JAVA

La figura 2 representa la primera parte de la estructura del sistema que desarrollamos. Donde primero representamos el brazalete MYOS, después representamos el código de conexión entre el brazalete MYO y el lenguaje de programación JAVA, siendo la última parte una representación de este lenguaje de programación. JAVA es uno de los lenguajes compatibles con el brazalete mediante codificación en cadena. Parte del código principal se indica en la figura 3

```
public void onConnect(
        Myo myo,
        long timestamp,
        FirmwareVersion firmwareVersion
);
```

**Fig. 3.** Código Conexión**.**

## 3. Resultados Preliminares

La figura 4 representa el desarrollo de la validación de las letras en el lenguaje de programación JAVA. Transformando las señales y movimientos en letras o números.

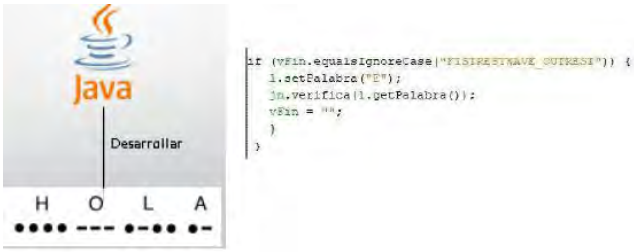


**Fig. 4.** Desarrollo**.**

Es en esta parte del proyecto donde validamos que las señales enviadas por los músculos sean transformadas a puntos y rayas los que mediante una comparación se definirá como la letra específica a la que se refiere con el código indicado en la figura 4.

**Fig. 5.** Aplicación.

Una vez que el programa lee las señales, se desarrolla el juego del ahorcado el cual captura las señales que ya están en letras y las compara con las letras de la palabra que se trata de adivinar. Con el juego se busca potencializar el aprendizaje del código Morse en base al tiempo empleado en el juego ya que el juego consta de un extenso banco de palabras que ayudaran al usuario a familiarizarse y a aprender de forma divertida, las diferentes combinaciones que tiene el código Morse.

### 3.1. Escritura

Con el uso del brazalete y el respectivo movimiento de los músculos es posible visualizar lo que se está ingresando, es decir la persona realizará diferentes tipos de movimientos, los cuales serán captados por la manilla y enviados al software que traducirá las señales miográficas emitidas por el usuario, si la persona realiza un movimiento de palma hacia la adentro (izquierda) se representará como una raya en el código Morse, si el usuario realiza un puño se representará como un punto. Tras realizar la combinación de cada letra en Morse se deberá realizar un movimiento de palma hacia afuera (derecha) el cual verificará si la combinación de Morse ingresado es correcta o existente, mostrando en pantalla la letra ingresada. Si el usuario comete un error de movimiento se podrá reiniciar la letra con un movimiento de palma abierta. Finalmente si el usuario quiere reproducir el texto ingresado deberá realizar un gesto denominado doble tap el cual consta de realizar un doble toque entre el dedo anular, medio y pulgar. La figura 6 muestra la pantalla de escritura.

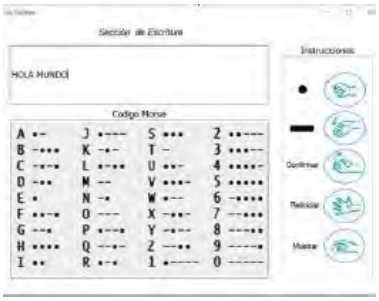



**Fig. 6.** Aplicación escritura.

### 3.2. Juego del ahorcado

En este módulo se ingresan letras mediante los gestos guiándonos en la imagen de ayuda como se muestra en la figura 7.

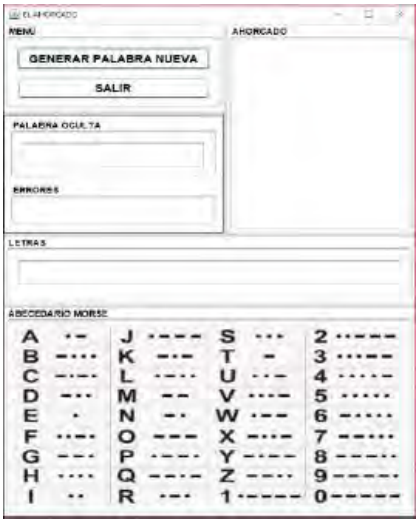



**Fig. 7.** Juego ahorcado.

## 4. Trabajo futuro

La tecnología y su línea de investigación en rehabilitación, salud humana y aprendizaje para toda la vida, nos hace soñar en que es posible desarrollar programas que permitan la comunicación con personas que presentan dificultades relacionadas. Varias investigaciones están asociadas a buscar estrategias de comunicación con adultos mayores que sufrieron ACV (accidentes cerebro vascular) o con personas con discapacidad que no pueden mantener una dialogo o manifestar sus necesidades básicas, o posiblemente buscar mecanismos intermediarios de comunicación con lenguas ancestrales propias de nuestra región y que se están perdiendo por falta de

conocimiento. Entender códigos podría constituirse en la construcción de vínculos que pueden unir culturas, por lo que esperamos poder aplicar el presente proyecto con jóvenes sordos que actualmente se encuentran estudiando informática en el colegio y cuya lectura y escritura comprensiva es limitada. Esperamos que en conjunto podamos fortalecer la aplicación con énfasis en la comunicación.

## 5. Conclusiones

A partir de la aplicación desarrollada podemos determinar que no se puede despreciar las capacidades del cuerpo humano en conjunto con la tecnología potencial que se puede llegar a desarrollar ya que existen componentes que pueden ayudar a aquellas personas que tienen una discapacidad a que logren realizar tareas por medio del ordenador que se vuelven complicadas sin una herramienta similar a MYO, pero no solo se puede usar en ese aspecto ya que con la debida programación y adaptación puede servir de ayuda en la medicina relacionada con el aspecto muscular.

## 6. Referencias


[1] Coe, «the telegraph,» 2003. [En línea]. Available: https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=pzkZPIXm89UC&oi=fnd&pg=PR6&dq=history%20of%20telegraph%20and%20morse%20code&ots=U3_rtZKuV3&sig=cYF2_DfYRUBMquOpJs9f8qz1HmY&redir_esc=y#v=onepage&q=history%20of%20telegraph%20and%20morse%20code&f=false.

[2] J. P. OYANEDEL, «fayerwayer,» 23 Febrero 2013. [En línea]. Available: https://www.fayerwayer.com/2013/02/thalmic-labs-myo-un-brazalete-para-controlar-gadgets-a-traves-del-movimiento/.

[3] S. Arteaga, «Computer Hoy,» 16 Octubre 2015. [En línea]. Available: https://computerhoy.com/noticias/hardware/myo-brazalete-controlar-dispositivos-gestos-35559?fbclid=IwAR03_bYK_hsJvt3mFL0qAS5zy3juntp5NntqjN3kSSgQ118dyQAfHUxNAcM. [Último acceso: Junio 2019].

[4] C. Yague, «OpenWebinars,» 29 Abril 2019. [En línea]. Available: https://openwebinars.net/blog/que-es-apache-maven/. [Último acceso: Junio 2019].

[5] S. A. M. P. A. E. B. Sergio Leonardo Beltrán Patiño, «TECLADO BASADO EN CÓDIGO MORSE PARA LA COMUNICACIÓN DE PERSONAS CON,» 14 Junio 2019. [En línea]. Available: http://redcdpd.net/revista/index.php/revista/article/viewFile/167/95.

[6] North, «North,» 2. [En línea]. Available: https://support.getmyo.com/hc/en-us/articles/202657596-Getting-starting-with-Myo-on-Windows. [Último acceso: 10 Junio 2019].

[7] M. A. L. A. ,. S. V. N. T. V. José Ignacio Vega Luna, «Sistema de acceso a áreas restringidas con,» Noviembre 2015. [En línea]. Available: http://itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/463/450.

[8] J. D. P. González, «Sistema inteligente de clasificación para apertura y cierre de la mano utlizando señales mioeléctricas de los músculos del antebrazo,» 9 Agosto 2017. [En línea]. Available: chrome-extension://oemmndcbldboiebfnladdacbdfmadadm/https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10958/2017JoseDavidPi%C3%B1a.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR3lwuWhP3ZzDqePy-itZWyJHFdmgyoqYsHX017r-a5o3cXVpvfGOIxCzVw. [Último acceso: 12 Julio 2019].

[9] M. P. M. V. S. Diana Janeth Lancheros-Cuesta, «Intelligent system (HCI) for people with motor misabilities,» 30 julio 2015. [En línea]. Available: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7170432.

[10] J. N. F. Calixto Júnior de Souza, «Revista on line de Política e Gestão Educacional,» 21 Octubre 2017. [En línea]. Available: https://periodicos.fclar.unesp.br/rpge/article/view/10458.

[11] M. P. Berlanga, «Alfa-Hélice,» 21 Junio 2014. [En línea]. Available: https://alfaheliceblog.wordpress.com/2014/06/21/cuando-los-musculos-dejan-de-funcionar/?fbclid=IwAR2uH5TcrGb8GIHvppJhe81IFymRcsX3Fm1h4ICC-WGLGzLPWG4CFcWFUFg. [Último acceso: 2 Julio 2019].

[12] Helasri, «Foro coches».

[13] Helasri, «ForoCoches,» 18 Julio 2016. [En línea]. Available: https://www.forocoches.com/foro/showthread.php?t=5045812. [Último acceso: 2 Julio 2019].

# Recursos Educativos en Educación Superior: Técnicas de Visualización

Alejandra Herrera[1]

[1]Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad Nacional de Catamarca (Argentina)
alejandraelizabetherrera@gmail.com

**Resumen**: Las nuevas tecnologías han transformado el actual sistema educativo, por esta razón la adecuación tanto del contenido como de las metodologías de enseñanza se ha convertido en un reto necesario. En el presente trabajo se expone el análisis realizado sobre diversas técnicas de visualización para grandes conjuntos de datos así como las interacciones que las soportan, para aplicarlas como recurso educativo en diferentes áreas de la Educación Superior. Se presentan los resultados obtenidos tras la implementación de las técnicas, los que alcanzaron en forma directa un importante impacto en el aprendizaje significativo de los alumnos.

**Palabras clave**: Visualización- Interacciones- Recurso Educativo- Educación Superior.

## 1. Introducción

El avance de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) influye en la sociedad en distintas dimensiones provocando una transformación en las formas de transmitir y construir el conocimiento. Todo esto lleva a un cambio, a una nueva forma de comunicarse, y, por lo tanto de enseñar y de aprender.

Como respuesta a las necesidades de esta nueva sociedad, la Educación Superior promueve la mejora de la calidad de enseñanza considerando los modos de acceder, organizar, difundir y controlar el saber. Actualmente, dirige notables esfuerzos hacia una enseñanza en la que el aprendizaje juega un papel protagónico, favoreciendo la autonomía de los alumnos, permitiéndoles elaborar y construir su propio conocimiento. En virtud de esto, los planteos en la Universidad se orientan hacia la incorporación de nuevas metodologías de la enseñanza. El nuevo contexto en el que los docentes pueden desarrollar sus tareas a partir de las revoluciones de las telecomunicaciones y de la informática determinó el surgimiento de ambientes de aprendizaje que requieren una forma diferente de organizarlo, así como la creación de situaciones educativas centradas en el alumno que fomenten el autoaprendizaje y el desarrollo del pensamiento crítico y creativo mediante el trabajo cooperativo y el empleo de tecnología. Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) brindan una serie de beneficios que ayudan a mejorar la eficiencia y la productividad en el aula, así como a aumentar el interés de los alumnos en las actividades académicas. En [2] se discute incluirlas en los sistemas educativos, de tal manera que los docentes trabajen en estrategias metodológicas innovadoras para los escenarios de enseñanza y aprendizaje tradicionales.

Desde el punto de vista metodológico el docente debe planificar y organizar situaciones de aprendizaje, para que los alumnos logren las competencias, es decir, espacios de trabajo individual o colectivo, de exploración e investigación de nuevos conocimientos,

aplicación de saberes teóricos en experiencias prácticas, entre otros. Las TIC son utilizadas como herramientas o recursos necesarios para llevar a los alumnos contenidos pedagógicos de forma innovadora lo que facilita su absorción.
El crecimiento incesante del volumen de información y la necesidad de analizar e interpretar los datos para extraer conocimiento útil de ellos, hacen inevitable disponer de un soporte visual. Es aquí, donde la Visualización de Información cumple un rol fundamental, debido a que su principal objetivo es la representación gráfica adecuada tanto de los datos con parámetros múltiples como de las tendencias y las relaciones subyacentes que existen entre ellos. Su propósito no es la creación de las imágenes en sí mismas sino la asimilación rápida de información o monitoreo de grandes cantidades de datos. La diversidad de aplicaciones que se benefician con Visualización de Información es grande y crece constantemente siendo actualmente un área de activo desarrollo. En [7] se presenta un sistema de visualización incorporando un nuevo diseño que ayuda al usuario en sus tareas, considerando la semántica de diferentes etapas. Teniendo en cuenta, que una visualización excede a la generación de imágenes, debiendo poder constituirse en una herramienta que permita la exploración de datos subyacentes, resulta necesario lograr interacciones fluidas entre las diversas técnicas y sus usuarios [6]. En [8] se proporcionan métodos de interacción que hacen posible que el usuario trabaje y analice los datos de la manera más eficaz y sin esfuerzo posible.
Actualmente, varios autores destacan las posibilidades que ofrece la Visualización de Información en prácticas educativas. En [9] se expone el potencial de las herramientas de visualización para crear representaciones visuales interactivas capaces de mejorar la comprensión e interpretación de la información y amplificar el conocimiento.
Un importante estímulo para la realización de esta investigación ha sido el aprendizaje de las diferentes técnicas de visualización, para comprender la importancia de la implementación en el sistema educativo. Por ello y dado el interés que existe en implementar nuevas metodologías de enseñanza, en este trabajo se considera necesario investigar las oportunidades que pueden aportar las diversas técnicas de visualización para grandes conjuntos de datos así como las interacciones que las soportan, para ser aplicadas como recurso educativo en diferentes áreas de la Educación Superior.

## 2. Trabajos Relacionados

Se puede mencionar que existe gran variedad de publicaciones sobre el uso de las TIC en educación. En lo concerniente a investigaciones relacionadas a Visualización de Información, en los últimos años han crecido excesivamente, en la medida en que se ha convertido en un campo de estudio interdisciplinario.
La Visualización de Información avanza rápidamente en términos de investigación académica y en aplicaciones prácticas [1]. Se define como la visualización de datos abstractos, no basados en lo físico, que estudia el diseño de representaciones visuales interactivas, permitiendo obtener visiones analíticas diferentes, con el objeto de descubrir o explorar relaciones, tendencias que permitan tomar decisiones importantes. Durante la última década, se han investigado nuevas técnicas de visualización, teniendo en cuenta ciertos criterios para categorizarlas como ser el propósito de la visualización, el tipo y dimensionalidad de los datos, etc. Las pantallas multivariadas son la base de muchas técnicas de visualización recientemente desarrolladas, la mayoría de las cuales utilizan gráficos coloridos creados por computación gráfica de alta velocidad. Los datos suelen ser más grandes y más complicados [10].

Entre las técnicas más populares de visualización se encuentra el Scatter Plot 2D, que visualiza datos multidimensionales mapeando dos dimensiones a las coordenadas X e Y, y mapeando otras dimensiones a atributos visuales como color, tamaño, intensidad o forma [4]. En un estudio experimental, cada dato es representado por un punto en el espacio bidimensional, con el objeto de estudiar la posible relación entre dichas variables. Una técnica de gran importancia para visualización de conjuntos de datos multidimensionales es la de las Coordenadas Paralelas [5]. Informalmente, esta técnica consiste en asignarle a cada dimensión un eje y disponer estos ejes paralelamente en el plano. Un punto corresponde a una polilínea en coordenadas paralelas. Además de ser una técnica apta para datos multidimensionales, es también apropiada para grandes conjuntos de datos.

Actualmente, existen pocas investigaciones de aplicaciones prácticas sobre el uso de Visualización de Información en educación como recurso de aprendizaje, pero un gran número de estudios en la disciplina defienden su uso en el contexto educativo. En [3] se investiga la visualización en el área de la matemática desarrollando actividades complementarias para la comprensión de conceptos. En el presente trabajo, se toman estas recomendaciones para implementar técnicas de visualización como recurso didáctico que permita mejorar la calidad educativa.

## 3. Metodología

El presente trabajo forma parte de un proyecto de investigación que se realizó en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Catamarca (Argentina) sobre la implementación de nuevos recursos educativos como herramientas pedagógicas para fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Debido a dificultades en la adquisición de conocimientos, el bajo rendimiento académico y la deserción que se presenta en la cátedra Introducción a la Computación de la carrera Profesorado en Computación, se observó la necesidad de emplear nuevas estrategias metodológicas de enseñanza basadas en TIC.

Para el desarrollo del presente trabajo, se estableció una investigación educativa de enfoque mixto (cuali- cuantitativo), con alcances exploratorio y descriptivo. Con diseño de investigación cuasi experimental: pre test- pos test, de tendencia longitudinal.

Inicialmente, se realizó una extensa exploración sobre trabajos relacionados con el uso de Visualización de Información desde un enfoque educativo. Se abordó una investigación documental descriptiva para conocer características sobre las diversas técnicas de visualización existentes para grandes conjuntos de datos, con la necesidad de implementarlas en el ámbito universitario, particularmente en cátedras de la Facultad, permitiéndonos posteriormente, realizar una comparación con otras Instituciones Universitarias.

Seguidamente, se realizó un análisis comparativo de las diversas técnicas de visualización que se encontraban disponibles, obteniendo ventajas y desventajas que se podrían alcanzar al aplicarlas a tareas educativas, permitiendo una mayor visión, para determinar y realizar una propuesta sobre cuáles son las más apropiadas para utilizar en los contenidos que se dictan en las distintas cátedras y/o cuales de las que ya se están utilizando, pueden ser mejoradas. La muestra de estudio se encuentra compuesta por un total de 130 alumnos inscriptos a la cátedra Introducción a la Computación. En una primera instancia se realizó una entrevista con los mismos, quienes debieron responder una pequeña encuesta para indagar el nivel de conocimientos en cuanto a recursos

tecnológicos. Posteriormente, se llevó a cabo la implementación de técnicas de visualización como recurso didáctico. Los instrumentos de recolección de datos fueron elaborados de manera específica para el presente estudio. Para el análisis cuantitativo se trabajó con los datos correspondientes a la totalidad de la muestra de 130 alumnos.
La evaluación cualitativa se realizó durante las clases presenciales, a través de la observación de las actitudes de los alumnos, su nivel de motivación hacia el uso de las técnicas y participación en las actividades.
Para valorar la dimensión "niveles de motivación" se aplicó un test para identificar la motivación intrínseca en los alumnos, adaptado de acuerdo a los objetivos del presente trabajo. El resultado fue un instrumento formado por 14 ítems, los cuales se valoran sobre una graduación de 1 a 5 puntos. Cada ítem se agrupa en 5 niveles de motivación: de 60 a 75 puntos: Muy motivados; de 45 a 59 puntos: Apropiados; de 30 a 44 puntos: Normal; de 16 a 26 puntos: Poco apropiado; Hasta 15 puntos: Inapropiado. Se aplica escalonamiento tipo Likert.
Seguidamente, se valoró las técnicas utilizadas y su dinámica a través de encuesta realizada a los alumnos. Al finalizar el dictado de la cátedra, se evaluó el rendimiento académico de los alumnos a través del promedio de las calificaciones obtenidas en los parciales que integran el sistema de evaluación tradicional de la asignatura y mediante el análisis de la condición académica lograda en la misma.

## 4. Resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta experiencia, se puede afirmar que el objeto de estudio se llevó a cabo durante el desarrollo de las clases teóricas. La disponibilidad de las diversas técnicas de visualización que se expusieron en clase, tuvo por objeto generar un rol activo en los alumnos permitiendo la interacción sobre las mismas. Las clases prácticas auspiciaron un marco favorable para la participación, discusión y defensa de los propios argumentos, los trabajos presentados lograron alcanzar el análisis de los resultados y su discusión relacionando los conceptos teóricos conocidos. Como principal ventaja se detectó una eficiente capacidad de interpretación de la información presentada.
Analizados los datos obtenidos de la encuesta, se pudo apreciar que con relación al ítem que consultaba sobre los niveles de conocimiento que los alumnos tienen sobre el uso de recursos didácticos (software, videos, etc.) un mayor porcentaje 85% consideró tener un amplio conocimiento sobre los mismos, en tanto que el porcentaje restante 15% posee poco conocimiento. (Fig.1). Esto se vio reflejado durante la implementación de diversas técnicas de visualización.

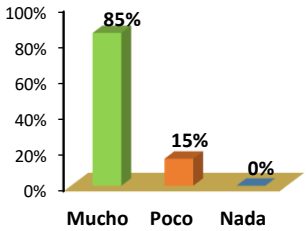



**Fig.1**: Nivel de conocimiento sobre el uso de recursos didácticos.

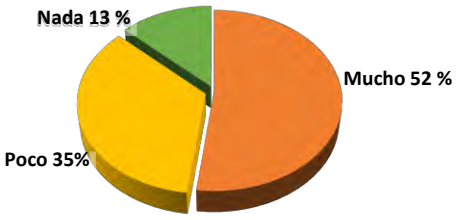



**Fig. 2**: Nivel de preferencia en la utilización de recursos didácticos.

Fuente: Datos obtenidos de encuesta aplicada a los alumnos.

En relación al ítem que consultaba sobre el nivel de preferencia en la utilización de recursos didácticos en el desarrollo de la clase, se pudo observar que el 52% de los alumnos prefieren utilizarlos, el 35% prefiere utilizarlos poco y un porcentaje menor 13% no le interesa utilizarlos (Fig.2). Esto demuestra que el empleo de recursos didácticos en el desarrollo de la clase resultó motivador para un alto porcentaje de alumnos.
Luego de la implementación de Técnicas de Visualización, el 88% de los alumnos manifestó preferir utilizar éstas técnicas en el desarrollo de la clase, mientras que el 12% restante demostró poco interés por la utilización de las mismas (Fig.3). Este resultado demuestra que la implementación de técnicas de visualización como recurso didáctico tuvo un alto grado de aceptación por parte de los alumnos.

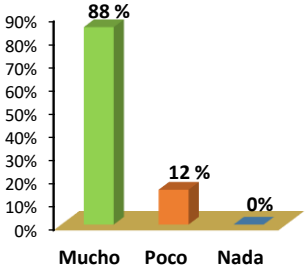



**Fig. 3**: Nivel de preferencia en la utilización de Técnicas de Visualización.
Fuente: Datos obtenidos de encuesta aplicada a los alumnos.

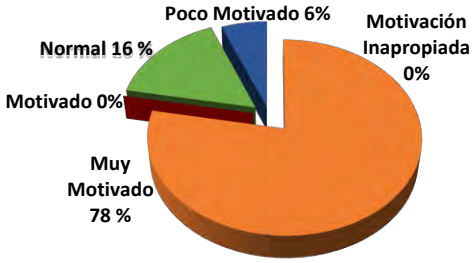



**Fig. 4**: Nivel de motivación de los alumnos mediante la implementación de Técnicas de Visualización.
Fuente: Datos obtenidos del instrumento (test de motivación) aplicado a los alumnos.

Como consecuencia, de la implementación de técnicas de visualización como recurso didáctico se analizó el nivel de motivación de los alumnos hacia el uso de las técnicas y participación en las actividades.
Para la recolección de datos se aplicó un test para identificar la motivación intrínseca en los alumnos, adaptado de acuerdo a los objetivos del presente trabajo. Con respecto al instrumento escala de Likert, se detectó que un alto porcentaje 78% estuvieron muy motivados, mientras que un 16% se motivó en forma normal y un porcentaje menor 6% se motivó muy poco. Este resultado demuestra que el uso de técnicas de visualización como recurso didáctico produjo un alto grado de motivación en los alumnos (Fig.4).
Con respecto al ítem que consultaba sobre el nivel de valoración de los alumnos sobre las técnicas de visualización implementadas, se pudo observar que un alto porcentaje 49% consideró Excelente la técnica Coordenadas Paralelas, mientras que un 46% valoró la técnica Scatter Plot como Muy buena (Fig.5). Esto indica que el empleo de técnicas de visualización en el desarrollo de la clase resultó motivador para un alto porcentaje de alumnos, debido a que los mismos se interiorizaron en el diseño e interacciones que presentaban, permitiéndoles así realizar opiniones y consultas sobre la temática.

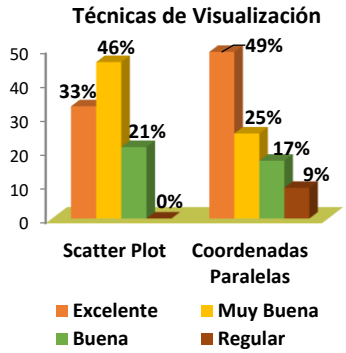



**Fig. 5**: Nivel de valoración de los alumnos sobre Técnicas de Visualización.

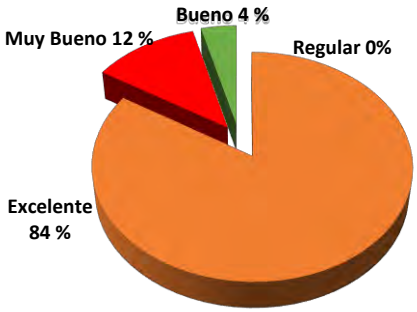



**Fig. 6**: Nivel de aprendizaje adquirido a partir de la implementación de técnicas de visualización como recurso didáctico.

Fuente: Datos obtenidos de encuesta aplicada a los alumnos.

Analizado el ítem, donde se consultaba sobre el nivel de aprendizaje adquirido a partir de la implementación de técnicas de visualización como recurso didáctico en el desarrollo de la clase, se pudo observar que casi la totalidad de los alumnos 84% manifestaron en forma Excelente la adquisición de aprendizaje, destacando la importancia de interacciones que permitieron mejorar la usabilidad de las técnicas, logrando así vincular contenidos técnicos específicos con la realidad, afianzando en ellos la convicción de que los conocimientos adquiridos contribuyen a la formación integral académica y al desarrollo del aprendizaje (Fig.6).

Al finalizar el dictado de la cátedra, se evaluó el rendimiento académico de los alumnos a través del promedio de las calificaciones obtenidas en las evaluaciones parciales durante todo el cursado. Para la recolección de datos se analizó el test realizado antes (Pretest) y después (Postest) de la implementación de técnicas de visualización.

Se pudo observar que la mayoría de los alumnos mejoraron sus calificaciones, un 73% obtuvo notas entre 8 y 10, un 20% entre 6 y 7, mientras que el 7% restante obtuvieron calificaciones entre 1 y 5 (Fig.7). Estos resultados demuestran que la implementación de técnicas de visualización como recurso didáctico mejoró notablemente el rendimiento académico de los alumnos.

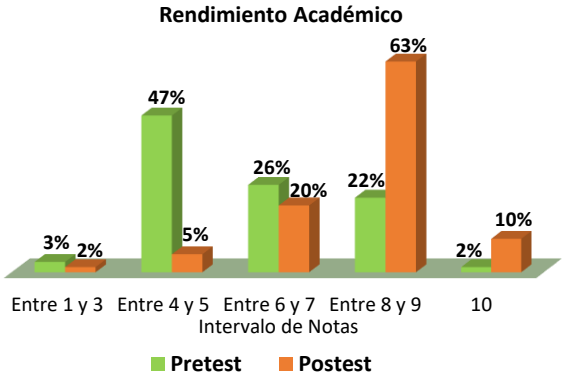



**Fig. 7**: Rendimiento académico de los alumnos al finalizar el dictado de la cátedra.

Concretamente, el presente trabajo muestra cómo se puede mejorar la asistencia al educando y la transferencia de conocimiento mediante la incorporación de las TIC como recurso educativo. Pretendió desarrollar un nuevo perfil docente y estudiantil como una nueva experiencia o modelo de enseñanza y aprendizaje, basado en el alumno, en problemas que sean sistemáticos y de integración del conocimiento.
Sin embargo, son muchos los desafíos que quedan por resolver en relación a éstas técnicas de visualización y sus interacciones, lo que llevaría a proponer trabajos futuros.

## 5. Conclusiones y Trabajo Futuro

Para los docentes de los primeros años de la Universidad se torna dificultosa la enseñanza de temas complejos, sobre todo cuando los alumnos no han adquirido en forma previa herramientas que les permitan desarrollar capacidades complejas de pensamiento. Frente a esta realidad, que tiende a expandirse y acrecentarse más que a superarse es imprescindible que los docentes no permanezcamos ajenos a estas carencias y nos involucremos en la enseñanza de los modos de aprender de los alumnos.
Como consecuencia de muchas actividades emprendidas cuando se utilizan recursos educativos, los alumnos pueden responsabilizarse más de su propio aprendizaje que en otros casos. A su vez, se ha observado que la utilización de los mismos tiene implicancias en el clima de la clase y ayuda a crear ambientes enriquecidos de aprendizaje, favoreciéndolos significativamente ya que promueven la motivación, aportan estímulos nuevos, activan la respuesta del alumno, proporcionan información, estimulan la práctica y establecen la sucesión de aprendizajes. El presente trabajo ha mostrado una serie de actividades tendientes a promover habilidades de pensamiento.
Consideramos que la estrategia elegida ayudó a los alumnos en el proceso de construcción de su propio aprendizaje. Se logró alcanzar los objetivos planificados, como también que los alumnos participen activamente en temas relacionados con el proyecto formulando preguntas, expresando opiniones y proporcionando información.
Se puede concluir que la participación de docentes y alumnos en esta experiencia, permite la construcción de conocimiento y la apropiación de formas metodológicas sobre la base del accionar que enriquecen la formación integral.
Conforme a los resultados obtenidos se puede decir que éstos son indicadores auspiciosos para la implementación de las TIC como recurso didáctico, siendo sustentables porque permiten hacer del proceso enseñanza y aprendizaje un acto ameno y dinámico, mejorando y fortaleciendo la atención de los alumnos y por ende fomentando su creatividad. Las técnicas de visualización como recurso didáctico permiten algo realmente nuevo en el contexto áulico: la interacción, que pone punto final al papel pasivo del alumno, en la medida que puede intervenir modificando así la relación con el docente. A través de éste trabajo, se propone mejorar la calidad del servicio educativo, elevando los niveles de rendimiento y producción, y reduciendo los de deserción, generando un impacto positivo que permite implementar una estrategia de enseñanza coherente y funcional.
Se contempla para trabajos futuros desarrollar una propuesta para fortalecer los resultados de este trabajo. La misma comprenderá la evaluación e implementación de nuevas técnicas de visualización que puedan ser aplicadas como recurso didáctico en diversas áreas disciplinares. Asimismo, se tiene previsto diseñar nuevas interacciones que permitan al alumno no solo generar y mostrar una imagen real sino también aplicar diferentes interacciones a fin de explorar más efectivamente los datos.

## 6. Referencias

1. Card, S., Mackinlay, J., Shneiderman, B. (1999) Readings in Information Visualization- Using Vision to Think, Morgan Kaufmann.

2. Fainholc, B. (1998) Nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza. Buenos Aires, Aique.

3. Fallas Monge J. (2013) Visualización del conocimiento como metodología en el aprendizaje y enseñanza de la matemática.

4. Fekete J. and Plaisant C. (2002) Interactive information visualization of a million items proceedings of ieee symposium on information visualization.

5. Inselberg and Dimsdale, B. (1990) Parallel coordinates: A tool for visualizing multidimensional geometry. IEEE Visualization, pages 361–378.

6. Martig, S., Castro, S., (2006) Interacciones básicas en el modelo unificado de visualización. In CACIC 2006, Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.

7. Martig, S., Castro, S., Larrea, M. (2008) Semantic based visualization: A first approach.

8. Martin, A., Ward, A. (1995) High dimensional brushing for interactive exploration of multivariate data, Proceedings of the Conference on Visualization 1995, IEEE Computer Society Press.

9. R. Mazza R. (2009). Introduction to information visualization. Introduction to Information Visualization.

10. Wong, P.C., Bergeron, R.D. (1995) 30 Years of Multidimensional Multivariate Visualization, Proc. Workshop on Scientific Visualization, IEEE Computer Society Press.

# Trabajos Prácticos Laboratorio de Física por indagación y modelización en Moodle: Percepciones de estudiantes Ingeniería.

Edith Herrera[1]; Iván Sánchez [2]

[1]Departamento de Ciencias de la Educación
[2]Departamento de Ciencias Básicas
Universidad del Bio Bio (Chile )
eherrera @ubiobio.cl ; isanchez @ubiobio.cl

**Resumen.** El estudio evalúa la implementación de un cambio metodológico en los trabajos prácticos de laboratorio de Física General incorporando la plataforma Moodle con el objetivo de realizar un aprendizaje colaborativo para resolver situaciones problemáticas de ingeniería a través de la indagación y modelización en estudiantes de Ingeniería Civil de la universidad de Bio Bio, que cursaron módulo I y módulo II de la asignatura. El diseño aplicado es transeccional descriptivo. Para concretarlo, se diseñaron y validaron las guías didácticas de laboratorio por indagación las cuales se organizaron en la plataforma virtual para ser trabajadas en cada sesión durante el semestre las que se evaluaron mediante una rúbrica. Al finalizar cada módulo se aplicó una prueba, además se realizaron entrevistas a los estudiantes y estos respondieron un cuestionario de valoración en el campo virtual sobre su percepción en obstáculos y oportunidades en el aprendizaje con la innovación metodológica. Los resultados señalan su dificultad para construir preguntas investigables, identificar variables, formular hipótesis con respecto al problema a resolver. Los estudiantes del grupo experimental valoran positivamente el trabajo colaborativo.

**Palabras clave:** Educación en Ingeniería, competencia científica, campo virtual, trabajo colaborativo**.**

## 1. Introducción

Los Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL) proporcionan la oportunidad para introducir y dar significado a conceptos científicos, permiten verificar, o cuestionar, las ideas del alumnado, ofrecen la posibilidad de manipular, construir una imagen mental de procesos naturales, fomentar el conocimiento de la naturaleza del trabajo científico y desarrollar actividades cognitivas como el análisis y la aplicación [1][2]. A través de la realización de los trabajos de laboratorio se procura también el desarrollo de un conjunto de habilidades, además de las técnico-profesionales específicas [3]. Se trata de las habilidades extra o soft skills, que cubren diversas áreas: la habilidad para trabajar cooperativamente en grupo; la comprensión de las variables; la claridad para analizar y discutir resultados, y la capacidad de concluir respecto de lo obtenido una

vez realizado el trabajo práctico.En este sentido, es relevante cuestionar la práctica tradicional de laboratorio de física que puede operar en torno al uso de un equipamiento utilizado en el laboratorio, que puede no resultar amigable al estudiante o conduce a los estudiantes a seguir una serie de instrucciones, tipo "receta" para completar un informe de laboratorio donde no hay relación entre la práctica con la teoría[4]

Sin embargo, las demandas actuales del enfoque basado en competencias en la educación superior señalan la necesidad de generar cambios en las aulas universitarias, [5][6] que involucran procesos de innovación en sus prácticas, que atiendan a dos aspectos fundamentales: la incorporación de nuevos recursos, principalmente tecnológicos, y el despliegue de estrategias de enseñanza y aprendiza-je superadoras de las tradicionales [7]. Si bien las TIC vienen a cambiar las bases mismas de los procesos de enseñanza y aprendizaje, y del lugar que el conocimiento tiene en la sociedad actual, se resalta la necesidad de retribuir al docente universitario su importancia en el proceso formativo y el papel central como articulador del proceso de innovación [8].

Por tanto, es necesario que la formación inicial se encuentre dirigida a una enseñanza en adquisición de competencias tanto a nivel personal, social y profesional, debido a que las TIC se encuentra cada vez más inmersas en nuestras tareas de la vida cotidiana, en la economía y cultura. Para llegar a alcanzar estos cambios que vienen impuestos por la sociedad, por el avance de la ciencia y la economía global se requiere de unos futuros profesionales que cuente con las adecuadas habilidades y estrategias profesionales ante estas nuevas competencias que deben adquirir [9], proceso d aprendizaje, que requiere aprender a afrontar y resolver los problemas, toma de decisión, trabajar de forma colaborativa con el otro.

Considerando estos desafíos nuestra investigación aborda y plantea cómo transformar el laboratorio tradicional de Física en prácticas constructivas por indagación y modelización [10] que demanden a los estudiantes conocimientos de física y procesos cognitivos de nivel superior para contribuir en el desarrollo de la competencia científica con ayuda de la plataforma Moodle creada. Las investigaciones demuestran que, el trabajo colaborativo basado en la interacción entre pares, permite que el estudiante tenga libertad para expresarse, da lugar a la interpretación, y aplicación de los conceptos previamente estudiados, y promueve el aprendizaje de la física [11].

En esta investigación la noción de competencia científica considera el informe PISA (OECD, 2016) y la definimos como un proceso en construcción que involucra una "movilización de saberes" en tres sub competencias :1) Identificación de cuestiones científicas; 2) explicación científica de las situaciones; 3) uso de pruebas relevantes. Todas estas sub competencias requieren conocimientos científicos, y los clasifica entre conocimientos de hechos, conceptos, ideas, teorías, conocimientos procedimentales y conocimientos epistémicos.

Cada sesión de TPL se inicia en los grupos colaborativos analizando previamente una situación contextualizada a su carrera de Ingeniería [12], los estudiantes han de elaborar preguntas, indagar sobre los conceptos involucrados en el problema, identificar sus variables, generar hipótesis, elaborar un diseño para probarlas, hacer la recolección y organización de los datos y finalmente elaborar conclusiones ( argumentadas como respuesta a los objetivos e hipótesis y basada en datos teóricos-empíricos). En esta forma de interacción los estudiantes van sistematizando sus

explicaciones, datos, sus modelos matemáticos y durante su práctica completan cada uno de los elementos didácticos constitutivos del diagrama Uve de Gowin en formato digital en el Moodle a modo de informe del laboratorio. La práctica se evalúa a través, de una rúbrica que realiza el seguimiento al desarrollo de la competencia científica, mediante indicadores en el nivel de logro alcanzado en tres sub competencias: 1) Identificación de cuestiones científicas, 2) explicación científica de las situaciones,3) uso de pruebas relevantes (OECD, 2016).

En este sentido, la plataforma Moodle ofrece al Campus Virtual la versatilidad de presentar los trabajos prácticos de física en cada uno de sus módulos I y II, posibilitando la disponibilidad del material didáctico de cada uno de ellos, lo que incluye: guías didácticas de trabajos prácticos(TPL), el diagrama Uve de Gowin adaptado en formato digital, evaluaciones, videos, informaciones relevantes. El campus virtual del Moodle de nuestra asignatura ofrece la posibilidad de un espacio común para las interacciones entre pares (alumno-alumno, docente-docente) o alumno-docente y posibilita el intercambio de opiniones, brinda información, asesora, ayuda a todos los participantes del curso.

En este contexto presentamos una propuesta para la enseñanza de la Física que incorpora recursos TIC como facilitadores del aprendizaje, en línea con un enfoque indagatorio de la enseñanza de las ciencias con la implementación de este cambio metodológico del laboratorio de Física General en el campus virtual del Moodle con l actividades aprendizaje, herramientas y productos con el objetivo de mejorar el aprendizaje del alumno [13][14] trabajando en su grupo colaborativo, de modo que los estudiantes se apropien de los conceptos e integren actitudes en el desarrollo de su práctica, se realice el seguimiento al nivel de logro de la competencia científica, la valoración de los estudiantes mediante entrevistas y encuestas en la plataforma sobre el desarrollo de este proceso en vez de reducirlo a un control de éste y su calificación [15].

## 2. Materiales y métodos

La investigación responde a enfoque cuantitativo, pre experimental, a través de un diseño transeccional descriptivo en la carrera de Ingeniería Civil, en estudiantes que cursan la asignatura Física General I, bajo estructura modular y realizan los TPL de Física en el módulo I que agrupa los contenidos de Cinemática y Dinámica y en el módulo II que incluye: trabajo, energía, principios de conservación y dinámica de cuerpo rígido.

En un trabajo de investigación la evaluación de proceso se realiza en cada sesión de laboratorio a través de una rúbrica previamente validada por expertos, que informa del desempeño del grupo colaborativo al resolver una situación problema de su guía didáctica en cada una las tres sub competencias científicas enunciadas (OECD, 2016) en la tabla 1.

**Tabla 1.** Caracterización de la competencia científica en sub competencias.

| Sub competencia científica | Dimensiones |
|---|---|
| **C1.** Identificación de cuestiones científicas | Formula preguntas |
| | Interpreta fenómenos científicamente |
| **C2.** Explicación científica de las situaciones | Transfiere el conocimiento de la ciencia a una situación determinada |
| | Predice cambios e identifica las descripciones, explicaciones apropiadas en su diseño experimental |
| **C3.** Uso de pruebas relevantes | Analiza los datos recogidos y su congruencia con datos teóricos |
| | Comunica sus resultados con argumentos científicos |
| **4.** Actitudes | Trabajo colaborativo grupal |

Se ha considerado complementar este diseño con el uso de técnicas cualitativas para describir en forma integrada el nivel de logro alcanzado en el desarrollo de la competencia científica en GE durante el proceso de aprendizaje de los estudiantes mediante un cuestionario KPSI (*Knowledge and Prior Study Inventory*). La evaluación de término es un test de ciclo de cada módulo como rendimiento final del laboratorio en. Finalmente los estudiantes respondieron una encuesta de valoración sobre su percepción del aprendizaje alcanzado en sus prácticas de laboratorio y se entrevistó al azar algunos estudiantes de los grupos colaborativos sobre los obstáculos y oportunidades en su aprendizaje en el laboratorio con el cambio metodológico implementado.

## 2.1. Propuesta de TPL de física por indagación y modelización caracterización de la muestra

La metodología ha sido diseñada de forma que el estudiante sea reflexivo sobre el porqué de las actividades que realiza y tenga mayor conocimiento del proceso, del resultado y de su aplicación en contextos de ingeniería. Con ella se establece una enseñanza activa, autónoma y colaborativa aprovechando los recursos tecnológicos (Data Studio) con el uso del software Capstone y conceptos de física general desarrollados en cada práctica de laboratorio como muestra el ciclo de indagación y modelización.

El análisis en el grupo colaborativo de una situación problema permite, identificar las variables intervinientes en el fenómeno y sus relaciones relevantes, clarificar el objetivo de la situación, formular hipótesis para ser probadas y diseñar estrategias de solución fundamentadas , así como también elaborar explicaciones en la mediciones registradas, a la luz de teorías y principios involucrados en la problemática planteada , En este proceso los estudiantes van negociando sus significados entre ellos y con su profesor al mismo tiempo que construyen el diagrama Uve de Gowin digital en el Moodle que provee el andamiaje para el proceso de indagación y modelización en el laboratorio como se muestra en la figura1.

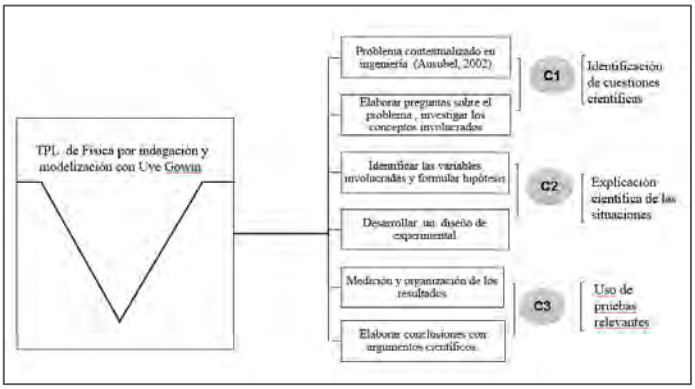



**Fig.1** Diseño de TPL de Física por indagación y modelización (autores,2019)

Los estudiantes al inicio de la asignatura recibieron el compendio de guías didácticas disponibles para el desarrollo de curso en el semestre en la plataforma Moodle de la universidad. Cada guía didáctica laboratorio consta de un encabezado común con los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales y se acompaña de la rúbrica de evaluación utilizada por el profesor para su evaluación durante el desarrollo de la práctica. El estudiante y profesor de cada sección de laboratorio pueden acceder al Moodle en laboratorio o mediante sus dispositivos móviles en cualquier momento según muestra la figura 2.

**Fig. 2** Diseño de Moodle TPL de Física por indagación y modelización (UBB,2019)

El primer laboratorio del módulo I comenzó con el proceso de inducción a la metodología y conocer su forma de evaluación. Se explicó cada uno de los fundamentos del TPL por indagación y modelización, así como la descripción los elementos didácticos que componen del diagrama Uve de Gowin digital para la forma de su construcción, se resolvió una situación problema, en la plataforma a modo de ejemplo en conjunto con profesor

## 2.2. muestra de estudio

La muestra la componen 98 alumnos que realiza el cambio metodológico, todos estudiantes de primer año de Ingeniería Civil de la Universidad del Bío-Bío, sede

Concepción que participan de la asignatura Física General I de carácter modular, que comprende el módulo I y II. El diseño del cambio metodológico en TPL con estudiantes de ingeniería Civil implicó la coherencia con un cambio evaluativo del proceso orientado a recopilar información no sólo sobre los resultados de aprendizaje, sino de desarrollo formativo del proceso en los informes digitales del diagrama Uve y del cuestionario valorativo KPSI.

# 3. Resultados

## 3.1. Percepciones estudiantes de Ingeniería en aprendizaje TPL en la competencia científica

La evaluación de la percepción de los estudiantes de Ingeniería respecto al aprendizaje alcanzado en TPL se midió en la plataforma Moodle mediante un cuestionario KPSI al finalizar el módulo II según los indicadores de: i) No lo sé, ii) Sé algo, iii) Lo sé, iv) Lo sé bien, v) Puedo explicarlo que presenta la figura 5.

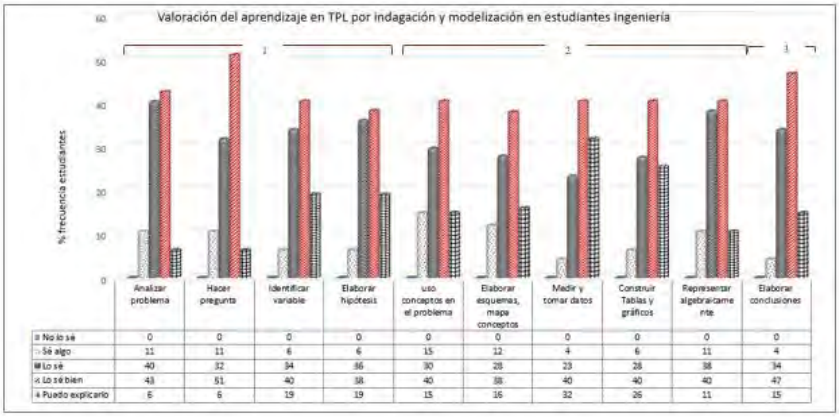



**Fig. 5.** Percepciones estudiantes de Ingeniería en el logro de la competencia científica con los TPL de Física (autores,2019)

La figura 3 muestra la percepción de los estudiantes de Ingeniería sobre su aprendizaje, según lo cual el mayor porcentaje de los encuestados (n=88) del GE percibe que "lo sé bien" en la *subcompetencia1*:Identificación de cuestiones científicas (38%-51%), *subcompetencia2*:explicación científica de las situaciones *(*38%-40%), *subcompetencia3:* uso de pruebas relevantes (47%) y específicamente "puede explicar a otro" en la subcomptencia2 en los indicadores como *medir, tomar datos y construir tablas y gráficos.* Sin embargo, su nivel de percepción disminuye a "Sé algo" a "lo sé" en la *sub competencia 1,* específicamente en analizar un problema (40%), hacer preguntas (32%), identificar las variables (34%) y elaborar hipótesis (37%), así como en la *sub competencia 2* al usar los conceptos aplicados al problema (30%), representar algebraicamente (38%) y en la *subcompetencia 3* de elaborar conclusiones (34 %).Resultados que son similares y coherentes a la evaluación realizada con la rúbrica por los profesores en los TPL por indagación y modelización.

### 3.2. Obstáculos y oportunidades TPL Física por Indagación y modelización.

La evaluación en oportunidades y obstáculos del GE al trabajar con la metodología en TPL implementada para promover la indagación y modelización en el laboratorio de Física según las entrevistas al azar realizadas se presentan en la figura 6 y 7.

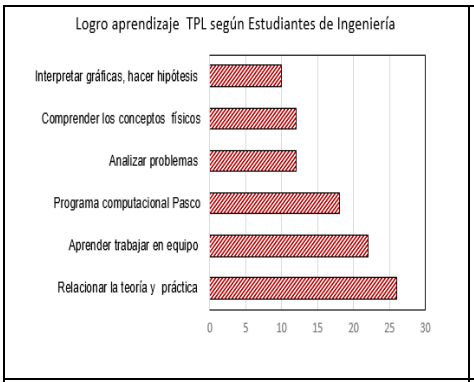



**Fig.6** Oportunidades de aprendizaje según estudiantes de Ingeniería en TPL Física

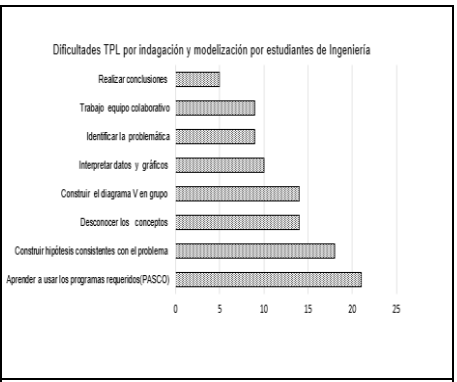



**Fig.7** Obstáculos de aprendizaje según estudiantes de Ingeniería en TPL Física

Según la figura 6 los entrevistados señalan cómo mayor oportunidad de TPL el relacionar la teoría con la práctica (26%)y aprender a trabajar en equipo colaborativo (23%), en menor porcentaje hacer hipótesis y utilizar los conceptos físicos. En contraste la figura 7 indica que para los estudiantes la mayor dificultad fue aprender usar el Casptone-Pasco (23%) y construir hipótesis (17%).

Los estudiantes, reconocen el aporte de TPL a su especialidad de Ingeniería al trabajar resolviendo problemas y consideran que el proceso de evaluación de carácter formativo durante y al final del proceso ha sido muy útil. Los entrevistados coinciden en señalar que esta forma de trabajo en el laboratorio es más estructurada y que la metodología les requiere involucrarse para analizar y discutir con todos los integrantes del grupo, es por ello que el trabajo colaborativo es real

Las diferencias de opiniones surgen en los aprendizajes, ya que, mientras unos sostienen que con el cambio metodológico se aprende todo el contenido, otros afirman que hay que anticiparse con las materias e investigar el fenómeno, no basta con solo leer la guía. Lo anterior se refleja en algunas de sus expresiones: *la mayor dificultad que presenta el laboratorio es el trabajo colaborativo para resolver el problema en el diagrama que se pide, aprender a generar hipótesis coherentes con la problemática* (estudiante Ingeniería Civil, sección 1). Otro estudiante señala que "*le complicó aprender el manejo del software para poder hacer los gráficos y tablas, resultó ser interesante al conocer su manejo y ver la cantidad de funciones que tenía*" (estudiante Ingeniería Civil, sección 2)

## 4. Conclusiones

La relevancia de replantear los TPL con una estrategia metodológica que va mucho más allá de generar réplicas o simulaciones sin sentido, por una que propone el desarrollo de habilidades para la competencia científica, requiere de parte de los estudiantes de un proceso de construcción del conocimiento a partir análisis cualitativo del problema con el objetivo de contrastar sus hipótesis, y en particular, deben tener la oportunidad de demostrar sus capacidades asociadas al razonamiento hipotético-deductivo y el uso de las Tic: el control de diversas variables en el diseño experimental, preparar las tablas para la recogida de datos, interpretar los resultados recogidos en el software y analizar la coherencia de los mismos con los conceptos teóricos, procesos que involucran la implicación activa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje y demostrar actitudes como rigurosidad, participación ,respeto por el otro ,responsabilidad en el trabajo colaborativo de su grupo.

El cambio metodológico en TPL de Física implicó revisión ,reflexión del desarrollo de las sesiones, nuevas adaptaciones con TIC y el compromiso de los docentes para asumir desafíos en una evaluación coherente con la propuesta didáctica que incorporó la evaluación formativa y la valoración de los estudiantes, respecto a sus dificultades y oportunidades , retroalimentación necesaria para mejorar el proceso de aprendizaje, en sucesivas implementaciones en trabajos prácticos de laboratorio de física .

**AGRADECIMIENTOS:** El presente trabajo es parte de una investigación, que es posible gracias al financiamiento logrado a través del Proyecto de Investigación FONDECYT Nº 1181525. y el Proyecto de Iniciación a la Investigación de la Universidad del Bio Bio N° 173623 3/I.

## 5. Referencias

1. Hofstein, A., y Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science education*, 88(1), 28-54
2. Shulman, L.S., y Tamir, P. (1973). Research on teaching in the natural sciences. *Second handbook of research on teaching*, 1098-1148
3. Hissey, TW (2000). Educación y carreras 2000. Habilidades mejoradas para ingenieros. *Actas del IEEE*, 88 (8), 1367-1370.
4. Hodson, D. (1994). Seeking directions for change: The personalisation and politicisation of science education. *Curriculum Studies*, 2(1), 71-98.
5. Díaz Barriga, Á. (2005). El profesor de educación superior frente a las demandas de los nuevos debates educativos. *Perfiles educativos*, *27*(108), 9-30. Recuperado en 06 de octubre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982005000100002&lng=es&tlng=esSitio
6. Guzmán, J. (2011). La calidad de la enseñanza en educación superior. ¿Qué es una buena enseñanza en este nivel educativo? *Perfiles educativos*, vol. 33, pp. 129-141.
7. Área Moreira, M. (2005b): La educación en el laberinto tecnológico. *De la escritura a las máquinas digitales*. Barcelona: Octaedro-EUB.
8. UNESCO (2005). Formación docente y las tecnologías de la información y comunicación. Santiago, Chile: Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe

9. Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista Universidad y Sociedad del conocimiento*, 1 (1), 1-16.2004.
10. Windschitl, M., Thompson, J., y Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science education,*92(5), 941-967.
11. Reigosa, C., y Aleixandre, M. P. J. (2011). Formas de actuar de los estudiantes en el laboratorio para la fundamentación de afirmaciones y propuestas de acción. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 29(1), 23-34.
12. Ausubel, D. P. (2000). Practice and Motivational Factors in Meaningful Learning and Retention. In *The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive* View (pp. 181-212). Springer, Dordrecht.
13. Casbon, C., & Spackman, L. (2005). *Assessment for learning in Physical Education*. Leeds: BAALPE.
14. Hay, P. J. (2006). Assessment for learning in Physical Education. In D. Kirk, D. MacDonald & M. O´Sullivan (Eds.). *The handbook of Physical Education*, 312-325. London: Sage.
15. Hopple, C. J. (2005). *Elementary Physical Education Teaching and Assessment. A practical guide.* Champaign: Human Kinetics (1ª ed en 1995).
16. Cohen, L., y Manion, L. (1990). *Método de investigación educativa* (No. 37.012). La Muralla
17. Gowin, D. B. (1981*). Educating*. Cornell University Press.
18. Herrera, E y Sanchez, I. (2012). La UVE de Gowin como instrumento de aprendizaje y evaluación de habilidades de indagación en la unidad de fuerza y movimiento. *Paradigma*, 33(2), 101-126.

# Educación inclusiva para estudiantes con discapacidad: un enfoque de apoyo multidisciplinar basado en sistemas inteligentes y herramientas colaborativas

F. Bermeo-Zambrano[1], A. León-Pesántez[2], V. Robles-Bykbaev[1], K. González-Arias[1], J. Gálvez-Quezada[1], C. Palacios-Álvarez[3], and M.S. Rivera[3]

[1] GI-IATa, Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador
[2] Escuela de Educación Especial, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador
[3] Centro de Estimulación Integral y Apoyo Psicoterapéutico de la Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador
fbermeoz1@est.ups.edu.ec, aleon@uazuay.edu.ec, {kgonzaleza2, jgalvezq}@est.ups.edu.ec, vrobles@ups.edu.ec, cayepala@uazuay.edu.ec, mrivera@uazuay.edu.ec

**Resumen** De acuerdo a diversos estudios realizados por la Organización de las Naciones Unidas para Educación, Ciencia y Cultura (UNESCO), los niños con discapacidad en edad escolar, tienen menos probabilidades de estudiar la escuela primaria. De igual forma, es importante destacar que varios docentes deben afrontar situaciones en las que se requiere implementar procesos de inclusión a estudiantes con diversos tipos de discapacidad. En los países en vías de desarrollo, no existen o son muy escasas las herramientas que permiten a éstos contar con un soporte apropiado para ofertar una inclusión educativa de calidad. Por lo expuesto, en este artículo se presenta una propuesta metodológica para realizar procesos de inclusión de niños con discapacidad que asisten a escuelas regulares. Nuestra propuesta se sustenta en un enfoque de apoyo multidisciplinar, donde los docentes de diferentes instituciones pueden interactuar de forma colaborativa con equipos de expertos en inclusión (terapistas del lenguaje, psicólogos, fisioterapeutas, entre otros).

**Palabras clave:** Educación Inclusiva · Niños con Discapacidad · Herramientas Colaborativas · Equipo Multidisciplinar.

## 1. Introducción

El acceso a equipos de atención en los procesos inclusivos ha sido una limitante para los sistemas de educación, fundamentalmente para la atención a estudiantes con algún tipo y grado de discapacidad. Las instituciones en los diferentes niveles escolares se han visto en la restricción de contratar a especialistas en otras áreas que apoyen el sistema de capacitación docente [9].

La estadística emitida en países en América Latina indican que menos del 50 % de escuelas, cuentan con equipos de atención disciplinar, debido a la limitación económica para cubrir este requerimiento [7].

La escasez de estos equipos como red de soporte en los centros educativos, no ha permitido el adecuado manejo de ajustes y apoyos que se requiere para el desarrollo de un aprendizaje óptimo. Para Infante [8], uno de los desafíos es la insuficiente preparación docente así como el desconocimiento sobre temas de discapacidad ya que han perjudicado el abordaje eficaz de estos niños dentro de las aulas.

Un factor alarmante en Ecuador según el Consejo Nacional [3] para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS), es el incremento anual de los niños con discapacidad que se encuentran incluidos en las aulas de educación regular, siendo actualmente de 46.109 estudiantes en los diferentes niveles de educación, que requieren una inclusión oportuna.

Uno de los enfoques de atención en discapacidad, promueve la integración de profesionales de salud que soporten el trabajo áulico. La administración de conocimientos sumado a unas buenas prácticas inclusivas, garantiza un proceso de enseñanza aprendizaje significativo, que a su vez, se verá reflejado en el desempeño futuro del alumno [2]. Al abordar este trabajo de cooperación, queremos potenciar e incorporar el acceso de docentes, a la amplitud de conocimiento en discapacidad y a las estrategias generales que estos educandos requieren en las aulas de inclusión.

Como modelo metodológico, hemos establecido el equipo multidisciplinar como este conjunto de profesionales de salud que generarán estrategias para el abordaje de alumnos con discapacidad, con el fin de contemplar una propuesta hacia la atención holística mediante la inter y la transdisciplinaridad. Estudios realizados han demostrado que mientras más factores afecten negativamente las prácticas pedagógicas de un profesor, menor será la probabilidad de que el docente manifieste una mejor actitud hacia la inclusión educativa [6], por lo que, a mayor número de docentes capacitados menor será el grado de educación errada.

Por lo expuesto, en este artículo se pretende incorporar un sistema experto, que genere estrategias claves para el manejo de alumnos con discapacidad en un aula inclusiva. El modelo metodológico de cooperación multidisciplinar, será el encargado de alimentar este sistema, con la finalidad de permitir al docente ampliar sus conocimientos en una discapacidad específica, así como en la identificación de estrategias que serán de utilidad para el proceso de inclusión.

## 2. Trabajo relacionado

Con el vertiginoso avance de la tecnología el campo educativo e inclusivo se ha visto favorecido en gran medida, permitiendo el desarrollo de prototipos especializados y software para mejorar las vidas de niños y jóvenes [1].

En [10] se describe una propuesta para evaluar el comportamiento del niño basado en el Análisis de comportamiento aplicado, uno de los métodos de aprendizaje más efectivos del mundo, que se basa en la amplia experiencia de científi-

cos y médicos. *DrOmnibus Inclusive Education* es una aplicación de aprendizaje motivadora y basada en tareas que tiene como objetivo desarrollar habilidades cognitivas y de comportamiento a través de un enfoque graduado, y la revisión del maestro es una aplicación que tiene como objetivo apoyar el aprendizaje de habilidades básicas. Diseñada específicamente para niños con retraso del desarrollo y autismo, la aplicación es compatible con niños que siguen programas de Análisis de comportamiento aplicado.

En el área de modelado de conocimiento, Cramerotti e Ianes proponen redactar Planes de Educación Individualizada (IEP) para estudiantes con necesidades educativas especiales mediante el uso de tecnología web semántica. Para lograr este objetivo, los autores desarrollaron una ontología con el apoyo de un equipo multidisciplinario de expertos. Los voluntarios provenían de cuatro áreas: psicología y educación, enseñanza, ingeniería del conocimiento e ingeniería de aplicaciones. La ontología tiene más de 400 procesos y subprocesos relacionados con neuropsicología, lenguaje, habilidades afectivas, motoras y áreas sensoriales [4].

En la línea de herramientas de apoyo colaborativo para el aprendizaje, Drigas, Kokkalia y Lytras destacan la importancia de incluir herramientas de información y comunicación (TIC) para apoyar a los niños con dificultades de memoria. Los autores presentan evidencia de la efectividad del uso de aplicaciones TIC para desarrollar habilidades matemáticas en niños con necesidades especiales. Además, en esta contribución, los autores mencionan que " muchos estudios han apoyado la opinión de que las TIC pueden fomentar la literatura, las matemáticas tempranas, las habilidades cognitivas, emocionales, sociales y motoras y mejorar la creatividad y la cooperación de los niños de jardín de infantes, así como también pueden brinde a los niños oportunidades adicionales para actividades de aprendizaje enriquecedoras que sean relevantes para sus características de crecimiento y tengan resultados positivos con respecto al aprendizaje de diferentes temas " [5].

## 3. Descripción de la propuesta

El proceso de inclusión educativa y los enfoques que se proponen a nivel mundial, abarca en gran medida la importancia de incorporar docentes altamente capacitados a la generación de destrezas asertivas, en la atención de niños con mayores requerimientos de apoyo. Para atender a esta necesidad, se ha diseñado un sistema experto a través de un equipo multidisciplinar, que incorpore información sobre estrategias generales para el apoyo docente en temas de discapacidad.

Este sistema experto consta de diferentes módulos en el cual, el docente tendrá la opción de escoger entre diversos tipos de discapacidad según cual sea su tema de interés. Esta selección inicial, admitirá el ingreso a diferentes módulos, que permitirá ampliar su escogimiento de búsqueda de manera más específica, según el grado de discapacidad del alumno, así como el área de desarrollo del cual requiere la estrategia.

Por otra parte, el equipo multidisciplinar que consta de profesionales en el área de psicología, lenguaje, física y estimulación temprana, habrán ingresado de antemano información de acuerdo a cada discapacidad, según el cuadro diagnóstico general, tomando en consideración los de mayor prevalencia en los centros educativos. Estos profesionales, incorporarán características generales en cada una de las áreas, (lenguaje, cognición, motriz, autonomía e independencia, social) así como también estrategias inclusivas, e información sobre recursos y materiales de apoyo que pueden ser aplicados dentro y fuera de las aulas por el docente.

### 3.1. Herramienta colaborativa web

Esta propuesta cuenta con una herramienta en línea que puede ser utilizada por el equipo multidisciplinario de expertos, así como por los padres y los maestros de clase. En la Figura 1 se puede apreciar una captura de pantalla del formulario empleado por los maestros para ingresar información relacionada con el perfil del niño. Las características más relevantes de la herramienta en línea se describen a continuación.

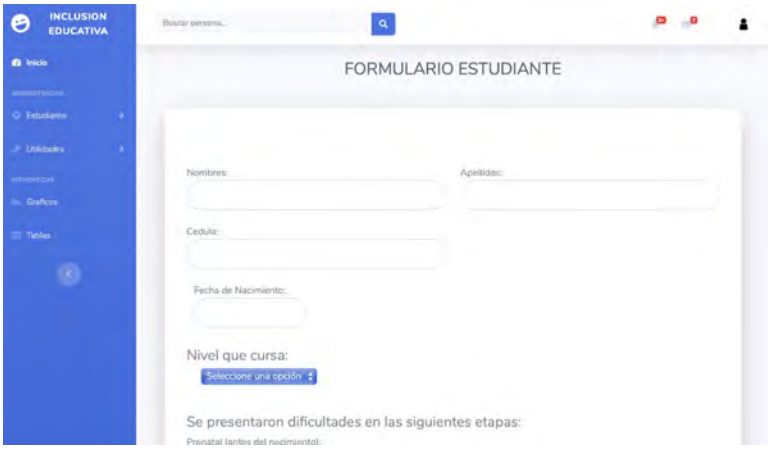



**Figura 1.** Captura de pantalla del formulario donde los maestros de clase ingresan los datos y características del perfil del niño.

- La herramienta puede ser utilizada por los maestros de clase para informar las dificultades de los niños en varias áreas de desarrollo.
- Una vez que el usuario de una plataforma informa el caso de un niño, el sistema crea notificaciones para los profesionales de las áreas relacionadas con las necesidades del niño. Por ejemplo, si un niño presenta dislalia o un problema similar, el sistema notificará a los terapeutas del habla y el lenguaje.

- Los padres pueden leer informes del progreso y diagnóstico de sus hijos a través de las funcionalidades en línea de la plataforma.
- La base de datos está organizada por las escuelas para proteger la privacidad de los niños y los maestros. Solo un miembro de una escuela o institución puede ver la información o interactuar con sus compañeros.

### 3.2. Sistema experto

A fin de determinar de mejor manera qué estrategias de intervención se deben emplear en los niños de acuerdo a su perfil, se propone emplear un sistema experto basado en reglas. Este proceso se ha fundamentado en la experiencia previa desarrollada en otros trabajos [11,12]. El sistema experto cuenta contará con más de 100 estructuras (reglas, plantillas y hechos). Al momento, para el área de lenguaje (que es con la que se ha iniciado el piloto), se tienen 20 reglas y y 30 hechos. En el Cuadro 1 se puede observar un ejemplo de algunas de las destrezas que pertenecen al área de lenguaje.

**Cuadro 1.** Extracto de las destrezas usadas en la etapa inicial de desarrollo del sistema experto, se muestra el área de lenguaje para niños del subnivel 2, 3 años.

| Ámbito | |
|---|---|
| Motricidad bucoarticulatoria (1) | Expresión/comunicación (2) |
| Alimentación (3) | |
| **Destrezas** | |
| Realiza movimientos de labios (1A) | Realiza movimientos de lengua (1B) |
| Realiza movimientos de maxilar (1C) | Pronuncia fonemas iniciales (m,p,d,t,k,g,f,ch, l, n) (2A) |
| Realiza combinación de 4 o más palabras con diversos elementos lingüísticos (2B) | Se comunica con pares y adultos (2C) |
| Mastica alimentos sin dificultad (3A) | Deglute sin dificultad (3B) |
| Se lleva los alimentos a la boca sin derramar gran cantidad de ellos (3C) | |

A fin de desarrollar el sistema experto, se emplearon diversas estructuras (plantillas o *templates*). Para el caso del perfil del niño se empleó la estructura que se describe en la Ec. 1

$$p = \{c, n, e, dm, dl\} \tag{1}$$

Dónde $p$ representa el perfil del niño y se tienen las siguientes variables $c$ (código), $n$ (nombres), $e$ (edad), $dm$ (diagnóstico médico, pudiendo ser Parálisis Cerebral Infantil - PCI, Síndrome de Down - SD, entre otros), y $dl$ (diagnóstico del lenguaje, pudiendo ser Disartria - DT, Dislalia - DL, entre otros).

En la Figura 2 se puede observar el ejemplo de una de las reglas que se emplea para determinar qué estrategias se debe llevar a cabo con el niño, en base a su perfil y los resultados que obtiene en la evaluación de las destrezas.

```
(defrule análisis-destrezas-a
    (perfil (código ?c) (nombre ?n) (edad ?e) (diagnóstico-médico ?dm) (diagnóstico-lenguaje ?dl))
    (evaluación-destreza (código ?cd1) (puntuación ?p1) (código-niño ?cn1))
    (evaluación-destreza (código ?cd2) (puntuación ?p2) (código-niño ?cn2))
    (evaluación-destreza (código ?cd3) (puntuación ?p3) (código-niño ?cn3))
    (and
        (test (= ?cn1 ?c))
        (test (= ?cn2 ?c))
        (test (= ?cn3 ?c))

        (test (= (str-compare ?cd1 "1a") 0))
        (test (eq ?p1 b))

        (test (= (str-compare "2a" ?cd2) 0))
        (test (eq ?p2 m))

        (test (= (str-compare "3a" ?cd3) 0))
        (test (eq ?p3 m))
    )
    =>
    (assert (aplicar-estrategias (código-niño ?c) (estrategias 2 3 4 7 10 11)))
)
```

**Figura 2.** Ejemplo de una regla empleada para determinar qué estrategias se debe trabajar con el niño para el caso de que la evaluación de las destrezas 1A, 2A y 3A obtengan resultados (b)ueno, (m)alo y (m)alo.

De igual forma, se cuenta con estructuras (*templates*) para las destrezas, la evaluación de las destrezas, el ámbito, las estrategias de intervención, y las relaciones niño-destreza-evaluación.

## 4. Evaluación preliminar

A fin de determinar la factibilidad real del sistema colaborativo, se realizó una encuesta con 30 profesionales del ámbito de la educación especial con un promedio de 15 años de experiencia. Para ello se trabajó con una encuesta previamente validada con el test de Alfa de Cronbach, y se obtuvo un resultado de 0.82. La encuesta tuvo un total de 17 preguntas (escala de Likert) a más de los datos demográficos de los participantes.

Como se observa en la Figura 3, la mayoría de los profesionales consideran que la plataforma es una herramienta de gran utilidad para el trabajo colaborativo (*Plataforma Colaborativa*). De igual forma ocurre con respecto a los criterios "si el equipo multidisciplinario podrá emplear la plataforma" (*Equipo Capacitado*) y "el diseño de la plataforma es apropiado" (*Diseño Plataforma*).

En la Figura 4 se puede observar un ejemplo de la recomendación de estrategias que realiza el sistema experto para un perfil de niño dado y los resultados e evaluación que presenta para las destrezas 1A, 2A y 3A.

## 5. Conclusiones

Al considerar los procesos de inclusión y los objetivos que este modelo pretende hacia la atención de estudiantes con discapacidad, abordamos la necesidad de crear sistemas de apoyo que promuevan el acceso docente, a la participación entre profesionales.

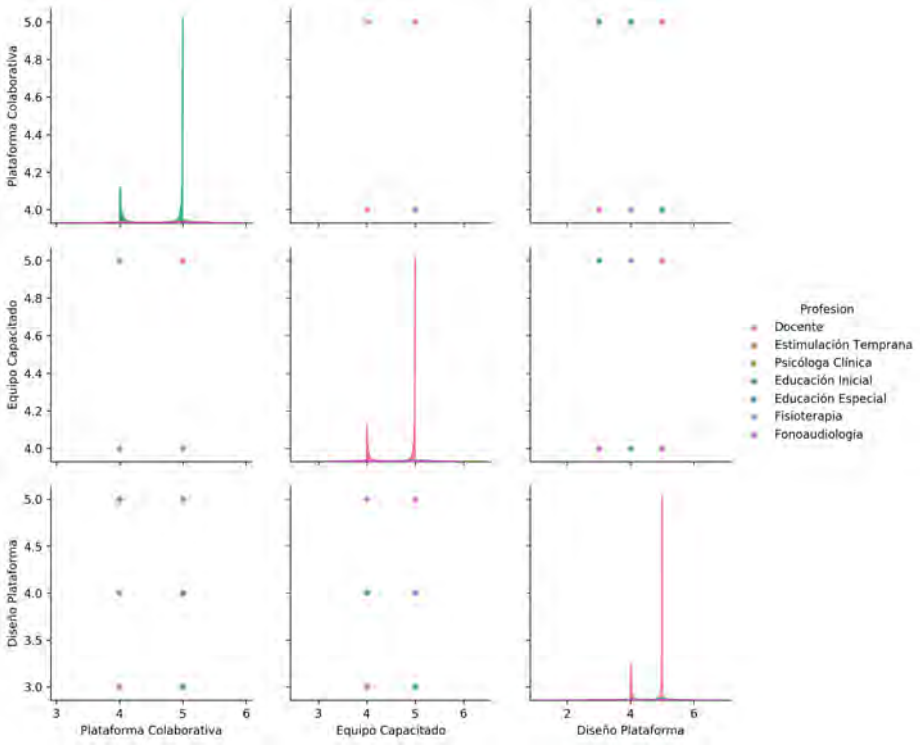



**Figura 3.** Resultados de evaluación preliminar realizada con 30 expertos del ámbito de la educación especial e inclusión.

```
CLIPS> (run)
==> f-20    (aplicar-estrategias (código-niño 1) (estrategias 2 3 4 7 10 11))
Perfil - código: 1 Nombres: Juan Perez
Estrategia - código: 11 Des.: Proporcionar utensilios adaptados si el niño lo requiere
Perfil - código: 1 Nombres: Juan Perez
Estrategia - código: 10 Des.: Brindar alimentos duros en trozos pequeños
Perfil - código: 1 Nombres: Juan Perez
Estrategia - código: 7 Des.: Establecer pictogramas de lectura (iniciar con sust+verbo).
Perfil - código: 1 Nombres: Juan Perez
Estrategia - código: 4 Des.: Juegos de reproducción de sonidos y/o fonemas
Perfil - código: 1 Nombres: Juan Perez
Estrategia - código: 3 Des.: Realizar actividades de apertura y cierre de la boca en diferente velocidad.
Perfil - código: 1 Nombres: Juan Perez
Estrategia - código: 2 Des.: Realizar juegos de imitación simple (niño observa al docente) en actividades como:
la lengua, lateralizar, con el apoyo de aplicadores, bajalenguas y jaleas.
```

**Figura 4.** Ejemplo de la recomendación que da el sistema experto al realizar el test con la regla descrita en la Figura 2. Es importante indicar que el nombre del niño que se presenta en la figura es ficticio.

Los equipos de soporte multidisciplinar, al ser un conjunto de varios profesionales en distintas especialidades, puede generar ventajas en la amplitud de conocimientos y trabajo eficaz de los profesores que atienden directamente al estudiante. El manejo certero de estrategias es un elemento primordial dentro

de los procesos de inclusión a niños con discapacidad, siendo este el factor de mayor alarma a nivel mundial que se precisa atender.

El acceso docente a diversa información de estrategias inclusivas, así como el aporte de material didáctico, promoverá una atención óptima de la necesidad específica de un alumno, tomando en consideración su tipo y grado de discapacidad y el área de desarrollo en la que este estudiante requiere mayor atención de trabajo.

## Referencias

1. Berland, M., Davis, D., Smith, C.P.: Amoeba: Designing for collaboration in computer science classrooms through live learning analytics. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning **10**(4), 425–447 (2015)
2. Casanova, M.A.: El diseño curricular como factor de calidad educativa. REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación **10**(4), 6–20 (2012)
3. Consejo Nacional para la Igualdad de las Discapacidades (CONADIS): Personas con discapacidad registradas (2019), https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/index.html
4. Cramerotti, S., Ianes, D.: An ontology-based system for building individualized education plans for students with special educational needs. Procedia-Social and Behavioral Sciences **217**, 192–200 (2016)
5. Drigas, A., Kokkalia, G., Lytras, M.D.: Ict and collaborative co-learning in preschool children who face memory difficulties. Computers in Human Behavior **51**, 645–651 (2015)
6. Granada Azcárraga, M., Pomés Correa, M.P., Sanhueza Henríquez, S.: Actitud de los profesores hacia la inclusión educativa (2013)
7. Guisán, M.d.C.: Educación, calidad del gobierno y desarrollo económico en américa, europa, áfrica y asia. Estudios Económicos de Desarrollo Internacional **9**, 2 (2009)
8. Infante, M.: Desafíos a la formación docente: inclusión educativa. Estudios pedagógicos (Valdivia) **36**(1), 287–297 (2010)
9. Marco Navarro, F.: Calidad del cuidado y la educación para la primera infancia en américa latina: Igualdad para hoy y mañana (2014)
10. Mariblanca, M.R., de la Cuerda, R.C.: Aplicaciones móviles en la parálisis cerebral infantil. Neurología (2017)
11. Robles-Bykbaev, V., López-Nores, M., García-Duque, J., Pazos-Arias, J.J., Arévalo-Lucero, D.: Evaluation of an expert system for the generation of speech and language therapy plans. JMIR medical informatics **4**(3), e23 (2016)
12. Robles-Bykbaev, V.E., López-Nores, M., Pazos-Arias, J.J., Arévalo-Lucero, D.: Spelta: An expert system to generate therapy plans for speech and language disorders. Expert Systems with Applications **42**(21), 7641–7651 (2015)

# Implementación de las Aulas Virtuales en la Carrera de Abogacía en la UNC. Un análisis desde las dimensiones institucional, curricular, pedagógica y tecnológica.

Ruiz Juri Maria[1], Sanchez Sabrina Nair[1],

[1]Facultad de Derecho
Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
mariaruizjuri@unc.edu.ar

**Resumen.** La siguiente investigación tiene como objetivo llevar a cabo una revisión sobre el uso de las aulas virtuales en la enseñanza del derecho de la Facultad de Derecho de la UNC. En el año 2008 se llevó adelante la Conferencia Regional de educación Superior (CRES) en Cartagena de Indias. Allí se plantearon numerosos desafíos que la Educación en Latinoamérica debía alcanzar para el año 2018, entre ellas "Producir transformaciones en los modelos educativos para conjurar los bajos niveles de desempeño, el rezago y el fracaso estudiantil, obliga a formar un mayor número de profesores capaces de utilizar el conjunto de las modalidades didácticas presenciales o virtuales, adecuadas a las heterogéneas necesidades de los estudiantes y que, además, sepan desempeñarse eficazmente en espacios educativos donde actúan personas de disímiles procedencias sociales y entornos culturales."( Punto 5)

En ese mismo año, en coherencia con dicha iniciativa, la Facultad de Derecho comenzó a implementar el Proyecto “Espacios virtuales como complemento a la enseñanza presencial”. Ante esta realidad y 11 años después es interesante analizar la evolución desde las primeras aulas virtuales y las aulas virtuales que están hoy en funcionamiento para complementar la enseñanza presencial de la Carrera de Abogacía. Las dimensiones de análisis a trabajar son la institucional, curricular, pedagógico-didáctica y tecnológica.

**Palabras clave:** aulas virtuales, enseñanza mediada por tecnologías, enseñanza del Derecho.

## 1. Introducción

Esta contribución se propone con el objeto de describir y analizar los diferentes usos de las aulas virtuales que realizan los profesores de la Carrera de Abogacía de la UNC a partir de la implementación del Proyecto "Espacios Virtuales como Complemento a la Enseñanza Presencial" en el año 2008. Se busca describir el origen de las Aulas Virtuales en el año 2008 y su estado al 2019.

La principal intención es reconocer el valor pedagógico de las propuestas de enseñanza mediadas por tecnologías a través de las decisiones de los profesores sobre

el trabajo con el aula virtual en sus respectivas asignaturas, e interpretar los alcances y limitaciones del uso de entornos virtuales desde la dimensión institucional, curricular y pedagógico-didáctica. En ese sentido, tal como mencionan diversos autores (Coll, 2004; Barberá, 2008 y Litwin, Maggio y Lipsman, 2005) las tecnologías están afectando directamente el núcleo del proceso educativo, en tanto modifican las formas de producción, distribución y acceso a la información y al conocimiento.

Teniendo en cuenta los cambios sobre los procesos educativos ante el desarrollo de las tecnologías, muchas universidades han incorporado entornos virtuales como medios eficaces para extender su alcance en las modalidades de educación presencial y a distancia. En esa dirección, numerosos documentos de consenso internacionales y nacionales, ponen foco en la necesidad de implementar espacios de interjuego entre virtualidad y Educación Superior. Uno de ellos es la Conferencia Regional de Educación Superior en América Latina (CRES), en donde representantes de los distintos países de América Latina y el Caribe, analizan y debaten acerca del estado actual de la enseñanza superior en la región y, además, propusieron líneas de acción y estrategias para enfrentar los desafíos del siglo XXI. En el año 2008, se llevó adelante la primer CRES en donde se especificaron 5 lineamientos para la Educación Superior del Siglo 21. Entre ellas "Producir transformaciones en los modelos educativos para combatir los bajos niveles de desempeño, el rezago y el fracaso estudiantil, obliga a formar un mayor número de profesores capaces de utilizar el conjunto de las modalidades didácticas presenciales o virtuales, adecuadas a las heterogéneas necesidades de los estudiantes y que, además, sepan desempeñarse eficazmente en espacios educativos donde actúan personas de disímiles procedencias sociales y entornos culturales". (CRES; 2008)

En los últimos tiempos, el desarrollo de esta modalidad educativa replantea la diferenciación que ha habido tradicionalmente entre educación presencial y educación a distancia, e influye y hace replantearse muchos de los procesos educativos que se están dando actualmente en las aulas presenciales de educación superior, especialmente cuando se propone la combinación del uso del aula presencial y del aula virtual, lo que se ha convenido en denominar de forma generalizada «aprendizaje combinado» (blended learning). (Barberá, Badía; 2005)

Tomando en cuenta este contexto, el proceso de investigación que se informa y aún está en proceso, comparte los resultados de la descripción y análisis de la implementación de las aulas virtuales en la Carrera de Abogacía de la Facultad de Derecho de la UNC. El trabajo se circunscribe a una institución en particular y esta decisión se fundó en la utilidad que tiene el estudio de caso para describir y analizar fenómenos complejos, como lo es el proceso de integración de las TIC, que tienen lugar en organizaciones educativas de grandes dimensiones y largo arraigo. Se ha optado por estudiar un caso, una unidad académica en particular, para poder abordar, desde la perspectiva institucional, curricular, pedagógico- didáctica y tecnológica este proceso de integración de las aulas virtuales en las prácticas de enseñanza, o como también podría pensarse: las prácticas de enseñanza y los procesos de aprendizaje que se promueven a partir del diseño y desarrollo de los EVEA. (Ruiz Juri, 2016) No se desconoce con ello el avance de otras nuevas tecnologías y se asume que las aulas virtuales no agotan las tecnologías que pueden integrarse en la enseñanza.

## 2. Materiales y métodos

El objetivo de la investigación consistió en analizar la implementación de las aulas virtuales de derecho a 11 años de la Conferencia Regional de Educación Superior. Con ese objetivo se realizó una observación sobre el estado de la virtualización de la enseñanza del Derecho en el año 2008 y los avances al año 2019.

Las dimensiones de análisis propuestas consistieron en la institucional, la curricular, pedagógica y tecnológica. En ese contexto se comprende como:

**Dimensión Institucional:** es todo aquello se relaciona o interactúa dentro de una institución, refiere a las políticas internas, la cultura de la organización y los procedimientos que se hacen. Específicamente se hace foco en la concepción del Aula Virtual dentro de la Institución Facultad de Derecho. Se prevé revisar las políticas institucionales, los números de docentes que la utilizan, los espacios de formación que existen y aquellos mecanismos que fomentan o entorpecen su uso. Se enfocó en las modificaciones que ha presentado esta dimensión en los últimos diez años.

**Dimensión Curricular:** se entiende a todo aquel aspecto que represente a los contenidos y la concepción propia de las distintas disciplinas que conforman el derecho. En este sentido, se prevé revisar las adecuaciones propias de cada área del Derecho y como ellas configuran distintas concepciones y usos para la virtualidad. Se enfocó en las modificaciones que ha presentado esta dimensión en los últimos diez años.

**Dimensión Pedagógico-didáctica**: Aquí se toman en cuenta los objetivos de la enseñanza, la concepción de alumno, de docente y de aprendizaje. Se alude al sentido de la propuesta de enseñanza y a la relación pedagógica; a la confirmación de un vínculo con el conocimiento, a las estrategias didácticas y a la evaluación. Se observó este concepto sobre el uso del aula virtual, buscando describir cómo se ha modificado las concepciones asociadas al aula virtual a lo largo de los últimos diez años.

**Dimensión Tecnológica:** esta dimensión se comprendió como aquella que analiza las herramientas informáticas y/o tecnológicas utilizadas en el Aula Virtual con la finalidad de enseñar. Específicamente en cómo a lo largo de estos últimos diez años se han implementado o no modificaciones, usos y herramientas.

## 3. Los resultados

Tanto a nivel nacional como internacional, las tecnologías están ingresando paulatinamente en la enseñanza del grado, con el objeto de promover mejoras u ofrecer metodologías alternativas en las propuestas de enseñanza y procesos de aprendizaje. En la actualidad, con la evolución constante de las nuevas tecnologías, asistimos a un proceso donde se ven modificadas las maneras en las que se produce, distribuye y recrea la información.

En las universidades argentinas, pueden advertirse al menos cuatro fases en la generación y difusión de experiencias de trabajo con las nuevas tecnologías, algunas más y otras menos desarrolladas. La primera de ellas, generalizada en la Educación Superior, consistió en trasladar la información institucional a la web. La segunda fase, consistió en la prestación de algunos servicios mínimos a través de la red, tanto a

ingresantes como a la comunidad de estudiantes y profesores. Estas dos fases no podrían considerarse educación virtual ya que se inscriben en procesos educativas donde prima la asistencia regular a las clases presenciales centradas en la figura del profesor.
La tercera y cuarta fase consisten en fortalecer la gestión académica y administrativa a partir de las potencialidades de las nuevas tecnologías y generar programas de educación que suponen nuevas definiciones en el ámbito académico, respectivamente. Solo algunas instituciones han avanzado en este novedoso escenario y estas etapas se están explorando de manera creciente por parte de las universidades públicas y privadas. Al día de hoy, la mayoría de las universidades cuenta con propuestas de enseñanza mediadas por plataformas tecnológicas, aún en aquellas organizaciones que tradicionalmente desarrollan la modalidad presencial.
Desde hace aproximadamente veinte años, la UNC viene implementando políticas que promueven el uso de las tecnologías en la Enseñanza. (Juárez de Perona, 2007) Específicamente, en lo que respecta a la implementación de entornos virtuales para complementar la enseñanza presencial, el Programa de Educación a Distancia (PROED) dependiente de la Secretaría de Asuntos Académicos, desarrolló numerosas acciones con el objeto de fortalecer los equipos técnico pedagógico de cada unidad académica y promover la incorporación de los entornos virtuales. Ubicados en ese contexto la Carrera de Abogacía comenzó con sus proyectos en el año 2008.

**El caso de la Carrera de Abogacía**

La Universidad Nacional de Córdoba, enseña derecho desde hace 400 años cuando en sus orígenes se enseñaba Derecho Canónico. Y ya en el año 1791 se crea la Licenciatura en Abogacía. Es la antigüedad de la formación la que enriquece y amplía el interrogante que guía este escrito ¿Cómo se enseña, una ciencia de tanta antigüedad? y ¿Como incorpora una institución de tantos años, tradiciones e historia, las tecnologías? Además, hoy se puede considerar que la masividad en el estudiantado asigna cierta complejidad que amerita considerarse en la programación de la enseñanza. Esto sin dudas exige también la problematización sobre la incorporación de recursos y estrategias metodológicas innovadoras para promover procesos de enseñanza y aprendizaje enriquecidos por el uso de las tecnologías.

**a) Institucional**

En el análisis del uso de las Aulas en el año 2008 se observó que hicieron posible introducir las nuevas tecnologías en la Carrera de Abogacía y promovieron un acceso a ellas tanto técnico como pedagógico. La incorporación de estos entornos virtuales permitió comenzar a reflexionar sobre las relaciones entre la enseñanza del Derecho y las posibilidades que brindan las tecnologías.
El proceso de integración de las aulas virtuales se realizó en el marco de un proyecto pedagógico institucional más amplio que le otorgó sentido y legitimidad en la comunidad de profesores. A través del Proyecto "Espacios Virtuales como Complemento a la Enseñanza Presencial" se posibilitó que cada profesor implemente algunos cambios en sus alternativas metodológicas para llevar a cabo la transmisión de conocimientos, utilizando nuevos recursos didácticos, soportes y lenguajes para representar la información. A la fecha, la institucionalización del Proyecto se

encuentra formalizada por la Resolución Decanal Nº 1379/2016. En el marco de su implementación se ofrecieron y se ofrecen en la actualidad capacitaciones que posibilitan a los profesores, protagonistas de esta experiencia, un manejo técnico y pedagógico de la herramienta. En la mayoría de los casos estudiados, la integración de los entornos virtuales trajo aparejada una participación mucho más activa y participativa de profesores, adscriptos y ayudantes alumnos de la Cátedra.

**b) Curricular**

En el análisis del estado en 2008 de la dimensión curricular, resulta importante considerar la especificidad disciplinar de cada asignatura donde se inserta la discusión sobre el uso de las aulas virtuales. Al momento de planificar los usos, todos consideraron fundamental tomar en cuenta el eje conceptual de cada asignatura y el perfil de los estudiantes, para analizar de qué manera podrían proponer alternativas novedosas para enseñar cada área del Derecho a través del aula virtual. Además, se encontró que las numerosas aristas del Derecho, impactaron en la estructura de las Aulas Virtuales observándose múltiples modelos de Aulas y usos. Con el correr de los años, se observa como las aulas virtuales les posibilitan a los profesores y equipos de cátedra compartir actualizaciones curriculares a través de materiales de estudio en diferentes soportes y lenguajes.

**c) Pedagógico-didáctica**

Al analizar los usos de las aulas virtuales por parte de los profesores, en el 2008 vimos que el trabajo con ellas reflejaba, en muchos casos, prácticas de enseñanza existentes y se percibían cambios paulatinos en la planificación de la enseñanza. Tanto en aquel momento como ahora, vemos que los profesores integran las aulas virtuales para introducir mejoras en la programación de la enseñanza, en términos comunicacionales y disciplinares, y en los aprendizajes de los estudiantes, favoreciendo procesos sus cognitivos con lenguajes y formas de representar la información que les resultan más familiares. Encontramos en este punto algunas similitudes con antecedentes en investigaciones que muestran que si bien las TIC incorporan algunos cambios organizativos tanto a nivel de institución como del aula, no necesariamente logran promover innovaciones pedagógicas en las prácticas docentes.

Para muchos de los profesores entrevistados, el trabajo con el aula virtual posibilita abordar algunas de las principales dificultades que ellos identifican en sus asignaturas: la extensión del programa, la abstracción de algunos conceptos y el escaso tiempo para desarrollarlos en la clase presencial. En cuanto a la extensión del programa, los profesores incorporan en el aula virtual síntesis de contenidos, fallos y doctrina que no llega a abordarse en su totalidad en las clases presenciales y las complementan. Desde el año 2016 se incorporan además videos como complemento a la enseñanza presencial, lo que posibilita elaborar recursos didácticos que posibiliten a los estudiantes la comprensión de contenidos complejos o bien recibir algunas orientaciones metodológicas para abordar las asignaturas. Con respecto a la abstracción de algunos conceptos, los profesores señalan que logran explicarlos y materializarlos a través de la presentación de casos prácticos; finalmente, dado que no es posible abordar todos los contenidos e intercambios en el aula presencial, los profesores utilizan el aula virtual para extender su alcance e incorporar materiales a

los que, por razones de tiempo y disponibilidad de tecnologías, no puede accederse durante la clase. Las maneras en que los profesores y equipos de cátedra están habituados a seleccionar, organizar y transmitir el conocimiento se expresan en el diseño didáctico y comunicacional de las aulas virtuales que diseñan e implementan. Aspecto que hace que no encontremos innovaciones en la manera de transmitir el conocimiento luego de incorporar los entornos virtuales, pero sí algunos cambios que hacen más efectiva esa transmisión. En este sentido, el desarrollo de prácticas que implican algún tipo de cambio, suelen superponerse las tareas tradicionales con las innovadoras. El aula virtual aparece en una trama que mantiene los manuales de cátedra, las fotocopias de los libros y las clases magistrales. Esta hibridación se lleva a cabo a partir de lo novedoso, de lo renovador. En muchos de los casos estudiados, las aulas virtuales muestran una lógica lineal en la presentación de los contenidos, dejando de lado la complejidad, las discusiones y múltiples perspectivas del mundo jurídico, que los profesores señalaron querer transmitir

**d) Tecnológicos**

En el año 2008 nos encontramos con que si bien en la UNC se había mejorado para entonces la disponibilidad de tecnologías en muchas oportunidades, el hecho de no contar con una alta disposición tecnológica en la Facultad resultaba desalentador para los profesores involucrados en este Proyecto. Esto generó dificultades ya que los proyectos que integran el uso de una nueva tecnología necesariamente deben ir acompañados de cambios a nivel de los recursos físicos y materiales. A la fecha, la Facultad ha mejorado el acceso a Internet desde los diferentes espacios e incluso puesto a disposición de docentes computadoras para llevar a las aulas.

## 4. Conclusiones

A partir de los avances producidos en este trabajo de investigación, se observa cómo la virtualidad ha impactado de manera gradual en la enseñanza del Derecho en la UNC. En ese marco, se reconocen ciertas mejoras en la implementación de las aulas virtuales en todas sus dimensiones, cada una de ellas con sus particularidades. Con respecto a la dimensión institucional, nos interesa enfatizar una vez más en la importancia de que los proyectos con estas características se enmarquen en una política institucional que los continúe legitimando y les posibilite perdurar en el tiempo. (Maggio, 2012) A su vez, es importante destacar la dimensión curricular, en donde se observa un fenómeno de multiplicidad de enfoques de acuerdo al uso, justificando así la concepción de virtualidad como herramienta y no como modificador de contenidos. Con respecto a la dimensión pedagógica, es importante tomar en cuenta cómo los métodos de enseñanza de las asignaturas se expresan en los entornos virtuales y el riesgo que ello conlleva de que se reproduzcan ciertas prácticas que privilegian la transmisión unidireccional de contenidos y no promuevan la reflexión y puesta en práctica de saberes. La dimensión tecnológica sin dudas nos interpela a pensar cómo las distintas cátedras están analizando innovaciones tecnológicas con el objeto de aprovechar oportunidades de mejora o bien resolver problemas tales como el acceso a los materiales o la comunicación con los alumnos.

Nos preocupa continuar trabajando a partir de las dimensiones institucional, curricular, pedagógica y tecnológica con el objeto de aproximarnos al abordaje de la complejidad que implica el trabajo con las nuevas tecnologías en la enseñanza. a nivel pedagógico, la experiencia e investigaciones dan cuenta que los proyectos tecnológicos deben necesariamente cobrar sentido en una propuesta pedagógica y disciplinar que los contenga y fundamente. Como parte de estas conclusiones advertimos el valor de la comunicación de las experiencias innovadoras al interior de la comunidad académica.

## Referencias


1. Barbera, E. (2008). *Cómo valorar la calidad de la enseñanza basada en TIC. Pautas e instrumentos de análisis*. Barcelona, Graó. Colección Crítica y Fundamentos.
2. Barbera, E. y Badía, A. (2005b). *Educar con aulas virtuales. Orientaciones para la innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje*. Vol. CXLVII de la colección Aprendizaje. Madrid, Antonio Machado Libros.
3. Coll, C. (2011). *Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación. Una mirada constructivista.* SEPARATA. Pág. 1-24. Disponible en http://www.virtualeduca.org/ifd/pdf/cesar-coll-separata.pdf
4. Juarez de Perona, G. (2007). *Proceso Educativo y Tecnologías. Un análisis desde la Universidad Nacional de Córdoba.* Córdoba, Asoc. Cooperadora de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNC.
5. Litwin, E., Maggio, M. y Lipsman, M. (comps.) (2005*). Tecnologías en las aulas: Las nuevas tecnologías en las prácticas de la enseñanza. Casos para el análisis.* Buenos Aires. Editorial Amorrortu.
6. Maggio, M. (2012). *Enriquecer la Enseñanza. Los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad*. Buenos Aires: Paidós.
7. Maggio, M. (2018). *Reinventar la clase en la universidad*. Buenos Aires: Paidós.
8. Ruiz Juri, M. (2016) *La integración del aula virtual en la enseñanza del derecho : el caso de la carrera de abogacía de la Universidad Nacional de Córdoba* / María Ruíz Juri. - 1a ed . - Córdoba : Universidad Nacional de Córdoba. Libro digital, PDF. Archivo Digital: descarga y online. ISBN 978-950-33-1290-2
9. Sancho Gil, J. y. (1995). *Hoy ya es mañana. Tecnologías y educación: un diálogo necesario.* Madrid: Cooperativo de escuela popular.

# Promoviendo acceso con equidad al desarrollo de habilidades y competencias STEAM en estudiantes de educación media y secundaria de escuelas públicas.

Marcelo Caplan

Departamento de Ciencias y Matemáticas
Columbia College Chicago (USA)
mcaplan@colum.edu

**Resumen.** Durante los últimos cinco años, el Departamento de Ciencias y Matemáticas de Columbia College Chicago, en colaboración con After School Matters (ASM) de la ciudad de Chicago, ofrece programas de verano de seis semanas para estudiantes de secundaria y estudiantes de secundaria de las Escuelas Publicas de Chicago (CPS) interesados en el Campos de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (STEAM). Durante este período (de junio a agosto), 29 estudiantes pasaron seis semanas en el campus universitario participando en el Programa Junior Research Scientists. El programa fue diseñados por la facultad y el personal del departamento con el objetivo de proveer una oportunidad educativa de alta calidad accesible a los estudiantes que no pueden acceder a este tipo de iniciativas. Los estudiantes asistieron a clases impartidas por profesores y personal de la universidad; participando en proyectos de diseño de ingeniería y desafíos de resolución de problemas, y asistiendo a otras actividades relacionadas con STEAM. Estos programas de verano atraen a estudiantes de secundaria de Chicago (minorías y de bajos recursos) y los exponen a disciplinas y carreras STEAM a través de clases rigurosas, laboratorios y experiencias de la vida real. Al mismo tiempo, este programa les brindan la experiencia completa de preparación universitaria y profesional. Los objetivos principales de este programa son: (1) presentar a los estudiantes una amplia variedad de campos STEAM, (2) aumentar el conocimiento de ingeniería en matemáticas y ciencias de los estudiantes, y (3) facilitar a los estudiantes aprender sobre los diferentes campos STEAM en los que podrían estar interesados perseguir. Para evaluar el impacto del programa, los participantes tomaron una prueba de conocimiento de contenido previo y posterior que incluía preguntas básicas sobre electricidad y energía (los principales temas cubiertos en los dos programas), y una encuesta previa y posterior sobre su actitud hacia las Matemáticas, la Ciencia, Ingeniería y habilidades del siglo XXI. Además, los autores recopilaron las expectativas de los participantes sobre el programa al comienzo de la sesión de verano y sus impresiones sobre el programa después de la intervención. El análisis de datos de los pre-test y post-test de contenidos mostró una ganancia significativa, pero las encuestas antes y después de la intervención sobre la actitud de los estudiantes hacia las carreras STEAM no mostró un cambio significativo. En este documento, el autor presentará el programa y discutirá el impacto del programa en los participantes.

**Palabras clave:** Educación, STEM, STEAM, Equidad, Habilidades del Siglo XXI

# 1. Introducción

Muchas fuentes, incluido el National Science Board [1] coinciden en que la educación en los campos relacionados con STEM (Ciencia Tecnología Ingeniería y Matemáticas por su sigla en Inglés) es de vital importancia para el desarrollo económico de las nuevas generaciones. A pesar de nuestro historial de logros, los Estados Unidos ahora están rezagados con respecto a otras naciones en estos campos en los niveles elemental y secundario [2], lo que lleva a muchos estudiantes potenciales de STEM a no continuar su educación en estos campos. En noviembre de 2017, el Servicio de Investigación del Congreso [3] también abordó el tema de la escasez (o la futura falta de científicos e ingenieros) con los consiguientes efectos en áreas como el crecimiento económico, la creación de empleos, el nivel de vida y la seguridad nacional, y también confirmo que los estudiantes estadounidenses se están quedando atrás con respecto a otras naciones en el conocimiento de STEM. Estas declaraciones, con la inclusión de otros factores, pueden llevar a generar una menor cantidad de científicos e ingenieros con menos talento en los Estados Unidos, lo que se potencialmente llevara a una disminución en el crecimiento y menor competitividad económica [4], [5]. Aunque la tendencia en la inscripción y la obtención de títulos en el campo relacionado con STEM es relativamente baja, es posible ver una participación muy baja de ciertas minorías (afroamericanas, latinas y mujeres) en estos campos. Según Malcom-Piqueux [6], solo el 9,6% de las minorías masculinas y el 3,0% de mujeres pertenecientes a minorías siguen carreras en ingeniería. Se han realizado muchos esfuerzos en los últimos 40 años para promover que las minorías con menos representación se unan a la fuerza laboral de STEM que muestra solo pequeñas ganancias [7], [8]. Bajo la iniciativa del Dr. Campbell y sus colegas [8], un grupo de 50 estudiantes de pregrado y posgrado de varias universidades presentó varias ideas para facilitar el acceso de las minorías con poca representación al campo STEM, entre ellas [9]:

- Conectar STEM con otras disciplinas, incluidas las humanidades y las artes.
- Capacitación para ayudarlos a explicar mejor la ciencia a los no científicos, incluidos los miembros de la familia que, en general, pueden brindar apoyo, pero no siempre están familiarizados con la temática.
- Asegurar el acceso de los estudiantes a “mentores”, que muestren un interés genuino en promoverlos a seguir carreras en estos campos.

Una de las formas posibles de revertir esta tendencia es proporcionar a nuestros estudiantes en una etapa temprana (primaria y secundaria) una programación adicional fuera del horario escolar que les provea de cursos/actividades de alta calidad que se centren en las materias de STEM y sus carreras potenciales [2] al promover la integración con las artes, inclusión familiar, una exploración profunda, la resolución de problemas, el desarrollo del pensamiento computacional y el descubrimiento de las posibilidades del campo STEM [8], [9].

Las vacaciones de verano brindan la oportunidad de facilitar la participación de las minorías en experiencias exploratorias de los campos STEM [10]. Los campamentos de verano facilitan la exposición de los estudiantes a campos que a veces son desconocidos para ellos, pero también contribuyen a revertir la "pérdida de aprendizaje de verano" para los participantes. Estos también les brindan un marco para aprender de una manera diferente, fuera de la educación formal [11].

De acuerdo con el Consejo Nacional de Investigación para que un programa STEM fuera del horario escolar sea eficaz, debe proporcionar a los participantes, actividades que cumplan con el siguiente marco [12]:

1) Involucrar a los jóvenes intelectualmente, académicamente, socialmente y emocionalmente

2) Responder a los intereses, experiencias y prácticas culturales de los jóvenes.

3) Conecte STEM Learning en entornos fuera de la escuela, escuela, hogar y otros

Siguiendo el marco presentado para el desarrollo de un programa OST STEM efectivo, las sugerencias de los estudiantes en el campo STEM y la necesidad actual de promover la posible participación de minorías poco representadas en el campo STEM / STEAM, el Departamento de Ciencias y Matemáticas - Columbia College Chicago con el apoyo de una agencia externa, en este caso, After School Matters de la ciudad de Chicago, desarrolló dos programas para estudiantes de secundaria: los Junior Research Scientists (Investigadores Juveniles) y los Embajadores Juveniles de ComEd.

Ambos programas, Junior Research Scientists (JRS) y ComEd Youth Ambassadors (ComEd) fueron financiados por After School Matters de la ciudad de Chicago. After School Matters (ASM) es una organización sin fines de lucro que brinda oportunidades de programas de verano y después de la escuela que cambian la vida a más de 15,000 adolescentes de escuelas secundarias de Chicago cada año, mediante el diseño y la entrega de un aprendizaje de alta calidad, práctico y basado en proyectos. Esta organización ofrece programas en una variedad de áreas de contenido, incluyendo artes, comunicaciones, liderazgo, deportes y STEM. ASM proporciona la logística necesaria para conectar a los estudiantes de secundaria de la ciudad de Chicago (minorías de bajos recursos) con los programas académicos y artísticos que ofrecieron, facilitando el reclutamiento de adolescentes y proporcionando un estipendio monetario para los participantes en sus programas financiados. En este trabajo desarrollaremos el impacto en los jóvenes del programa Los Cientificos Jovenes Investigadores – Junior Research Scientists – (JRS)

## 2. Descripción del programa Los científicos jóvenes investigadores (Junior Research Scientists - JRS)

El programa Junior Research Scientists (JRS) tiene la misión de proporcionar un entorno seguro de Ciencia, Tecnología, Artes y Matemáticas (STEAM) para los participantes, donde puedan tener una primera experiencia práctica sobre cuáles son las características y responsabilidades que encarnan. Un profesional en los campos

STEAM. En este entorno, pueden explorar si los campos STEAM pueden ser uno de sus PASIONES para seguir en su educación futura, y en este espacio, los participantes pueden correr riesgos al profundizar en temas con los que no tienen conocimiento ni están familiarizados. Los objetivos del programa son:

1) Motivar a los adolescentes a explorar temas de STEAM y posibles carreras, y tener una visión ampliada de sus posibilidades para su trayectoria académica.
2) Facilitar a los adolescentes para explorar lo que implica la investigación científica y tener una experiencia práctica trabajando en su propia investigación
3) Facilitar a los adolescentes que exploren lo que el Diseño de Ingeniería involucra y desarrolla un proyecto basado en las necesidades y limitaciones.
4) Promover a los adolescentes a desarrollar actitudes y habilidades de liderazgo para promocionarse a sí mismos y a sus comunidades en los campos STEAM y más allá.
5) Dar a los adolescentes una experiencia universitaria completa

Durante la sesión de verano de 2018, (128 horas) el programa desarrolló dos áreas de contenido: Energía Solar y Robótica. En el área de Energía Solar, los participantes exploraron y aprendieron los siguientes temas: 1) Introducción a la Energía, 2) Introducción a la Electricidad, 3) Circuitos Eléctricos y Leyes de Electricidad: Ohm y Kirchoff, 4) Introducción a la Energía Solar, 5) La Física de una célula fotovoltaica, 6) Diseño de una matriz fotovoltaica, 7) Introducción a la química de las baterías recargables, 8) Introducción a la investigación científica, 9) Diseño de su propia metodología de investigación y 10) Implementación de su propia investigación y presentación de sus hallazgos.

En el área de robótica, los participantes exploraron y aprendieron los siguientes temas: 1) Introducción a la robótica, 2) Pasando del lenguaje de múltiples significados a un lenguaje de significado único (verdadero o falso), 3) El mundo digital y analógico , 4) Introducción a los microcontroladores, 5) Construyendo un prototipo básico para aprender la codificación que afecta al mundo real, 6) Diseñar el hardware para su propio robot que pueda navegar un laberinto y, 7) Construir el robot y programarlo.

Al final de la sesión, el equipo de Junior Research Scientists presentó los hallazgos de su investigación, así como el producto de su desafío de diseño de ingeniería independiente en el "Verano 2018 - Simposio y presentaciones finales del proyecto". El simposio está abierto al público y se llevará a cabo en uno de los auditorios disponibles del Columbia College Chicago. Después de cada presentación, hay una sesión de preguntas y respuestas. Entre los tópicos de investigación que los Jóvenes Investigadores hicieron durante la sesión de verano en energía solar se encuentran: El efecto de la temperatura en la conversión de energía de una panel solar, el efecto de la sombra parcial en la conversión de energía de un panel solar, el efecto de polvo sobre la superficie y la conversión de energía en un panel solar y otros.

## 3. Impacto del programa – Evaluación

Para evaluar el impacto de la participación de los adolescentes en el programa STEAM de verano de seis semanas, los participantes realizaron una prueba de conocimiento del contenido y una encuesta de actitud el primer día del programa (pre-test) y el último día del programa (post- test). La prueba de conocimiento del contenido fue diseñada por el equipo de instrucción siguiendo el plan de estudios diseñado, utilizando preguntas revisadas de los bancos de pruebas nacionales [14]. La prueba compuesta se evaluó con respecto a la validez y confiabilidad del currículo en la primavera de 2018. La prueba de conocimiento del contenido incluye 36 preguntas de opción múltiple. (La prueba puede estar disponible previa solicitud al autor por correo electrónico mcaplan@colum.edu)

Para la evaluación de la actitud del participante hacia las habilidades STEM y del siglo XXI, se utilizó la encuesta "Actitud de los estudiantes hacia STEM". Esta encuesta fue desarrollada por The Friday Institute for Educational Innovation, y se evaluó su validez y confiabilidad [13]. La encuesta incluye 39 declaraciones de la escala de cinco puntos de Likert en la que 1 significa totalmente en desacuerdo y 5 están totalmente de acuerdo con la declaración. Para explorar cada tema individual, la encuesta incluyó 8 afirmaciones con respecto a Matemáticas, 9 afirmaciones con respecto a Ciencias, 9 Declaraciones con respecto a Ingeniería y Tecnología y 13 afirmaciones con respecto a las habilidades del siglo XXI. Para aclarar, las habilidades del siglo XXI se refieren a un amplio conjunto de conocimientos, habilidades, hábitos de trabajo y rasgos de carácter que los educadores, reformadores de escuelas, profesores universitarios, empleadores y otros creen que tienen una importancia crítica para el éxito en el mundo de hoy. [15]

Test de contenidos

De los 32 participantes inscritos en el programa, 29 terminaron el programa. De los 29 participantes, 24 de ellos completaron el pre-test y el post-test (82%). Hubo tres participantes que se unieron al programa en la segunda semana y, por lo tanto, no participaron en la sesión donde se tomó el pre-test**.** Se realizó una prueba estadística “t” de muestras pareadas para comparar si hay un cambio significativo en el conocimiento del contenido de los participantes del programa Junior Research Scientists. Hubo una diferencia significativa en los puntajes de la prueba previa ($M = 24.5$, $SD = 6$) y las condiciones posteriores a la prueba ($M = 29.4$, $SD = 5.7$); $t (23) = 5.35 > tc = 2.8$, $p = 0.01$. Estos resultados sugieren que la intervención de seis semanas tiene un impacto significativo en el conocimiento del contenido de los adolescentes que participan en el programa Junior Research Scientists. En la Figura 1, cada punto en el gráfico representa las coordenadas (puntuación del pre-test, puntuación del post-test) por participante del test de conocimiento del contenido. La línea indica el lugar en el plano donde el pre-test es igual post-test. En la Figura 1 es posible observar que la gran mayoría de los puntos están por encima de la línea, lo que muestra que la gran mayoría de los participantes obtuvieron un post-test más alto que el pre-test.

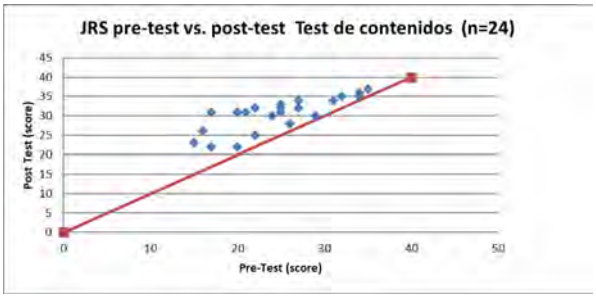



**Fig 1**. Junior Research Scientists – Test de Contenidos pre-test versus post-test. La línea en el grafico representa pre-test = post-test.

Como se mencionó anteriormente, la prueba de conocimiento del contenido incluye 36 preguntas. El puntaje máximo en esta prueba es 36. De los resultados de la ganancia entre el pre-test y el post-test, es posible ver que en la ganancia promedio fue de aproximadamente cinco puntos de un máximo de 36 puntos. La media de la prueba previa para el equipo del JRS fue de 24.5. Los resultados tan altos en el pre and post tes se pueden explicarse por la forma en que se presentó el programa a través del procedimiento de reclutamiento. El programa JRS se presentó como un programa de investigación. A pesar de que la inscripción estaba abierta a TODOS los estudiantes de las escuelas públicas de chicago, la lista de inscripciones muestra que los adolescentes del equipo del JRS están inscritos principalmente en la Chicago Public High School con inscripción selectiva (las mejores escuelas públicas de la ciudad). También es posible ver que todos los participantes tuvieron un cambio positivo en su conocimiento del contenido. En todos los casos, el post-test fue significativamente superior al pre-test.

Actitudes STEM y Habilidades del Siglo 21

En lo que respecta a los Junior Research Scientists, después de revisar los datos de 22 encuestas válidas (pre and post) con respecto a la actitud del participante hacia las Habilidades STEM y del Siglo XXI, es posible ver que no hay un cambio significativo en ninguna de las cuatro áreas encuestadas : Matemáticas, Ciencias, Ingeniería y Habilidades del siglo XXI como se muestra en la Tabla 1. Nota: todas las afirmaciones (positivas y negativas) en la encuesta se evaluaron en una escala Likert de 1 a 5. Después de convertir las evaluaciones negativas, el valor de 5 representa una actitud positiva hacia la declaración, y el valor de 1 representa una actitud negativa hacia la declaración

**Tabla 1**. Análisis de las encuestas Habilidades del siglo XXI - Junior Research Scientists Program (n=22)

| | | Matematicas | Ciencia | Ingenieria | Habilidades Siglo XXI |
|---|---|---|---|---|---|
| Pre-Encuesta | Mean | 4.10 | 4.28 | 4.26 | 4.30 |
| | S.D. | 0.73 | 0.7 | 0.52 | 0.47 |
| Post-Encuesta | Mean | 4.14 | 4.28 | 4.04 | 4.29 |
| | S.D | 0.73 | 0.79 | 0.83 | 0.5 |

El resumen de los datos recopilados presentados en la Tabla 1, respalda la hipótesis de que los participantes (self- seleccionados) tuvieron una actitud positiva hacia las habilidades de STEM y del siglo XXI cuando se inscribieron en el programa, y esta actitud positiva continuó después de implementación del programa. Se realizó una prueba t de muestras pareadas para comparar si hay un cambio significativo en la Actitud hacia STEM de los participantes del programa Junior Research Scientists. Los resultados indican que no hubo un cambio significativo en su actitud hacia STEM, que ya era alta de un comienzo.

Dado que no hay un cambio significativo en la media de la actitud de los participantes, sino un ligero aumento en la desviación estándar para cada uno de los topicos, esto puede sugerir que los participantes en la post-encuesta han sido más críticos con sus opciones que en la pre-encuesta.

## 4. Resultados del programa

Después del programa de seis semanas y basado en los artefactos y presentaciones desarrolladas por los participantes, y las conversaciones constantes entre el equipo de instrucción y los participantes, la evaluación formativa del equipo de instrucción concluye que en la mayoría de los casos, los participantes:

1) Han incrementado su conocimiento en el área de Energía Solar, Robótica y Electricidad.

2) Han desarrollado una mejor comprensión de los campos y las carreras de STEAM: El equipo de instrucción observó durante las seis semanas de intervención cómo los participantes en ambos programas comenzaron a hacer más preguntas sobre los diferentes campos de STEAM y mostraron interés en explorar por sí mismos diferentes oportunidades para continúe su camino de descubrimiento en estos campos.

3) Han adquirido y/o incrementado ciertas habilidades del siglo XXI :

a) habilidades de aprendizaje que serán útiles para ellos en el momento de la universidad,

b) Un sentido de responsabilidad, enfatizando que el éxito de su propio trabajo reside en su propia inversión y dedicación,

c) Habilidades de liderazgo y gestión de equipos.

4) Los participantes muestran un cambio en su comportamiento y actitud hacia el aprendizaje, entendiendo que el aprendizaje es más que pasar una prueba, es el camino para desarrollar su propia personalidad, explorar sus capacidades fuertes y mejorar aquellas que no son tan fuertes.

## 5. Discusión

Es importante tener en cuenta que es la creencia del equipo de instrucción que implemento este programa, que el éxito para lograr los resultados mencionados anteriormente se basa en el hecho de que los instructores se convirtieron en mentores, desarrollando una fuerte relación personal entre cada participante y el mentor/es. Los

adolescentes necesitan modelos fuertes que también estén disponibles y sean accesibles. La conexión desarrollada durante el programa de seis semanas llevó, para muchos de los participantes, a continuar conectados con el programa y los mentores, y de esta manera seguir teniendo acceso a las experiencias de STEAM.

## 5. Referencias

[1] National Science Board (NSB). (2010a). Preparing the Next Generation of STEM Innovators: Identifying and Developing Our Nation's Human Capital. Arlington, VA: National Science Foundation. https://www.nsf.gov/nsb/publications/2010/nsb1033.pdf

[2] Prepare and Inspire: K-12 Education in Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) Education for America's Future https://nsf.gov/attachments/117803/public/2a--Prepare_and_Inspire--PCAST.pdf.

[3] The U.S. Science and Engineering Workforce: Recent, Current, and Projected Employment, Wages, and Unemployment https://fas.org/sgp/crs/misc/R43061.pdf.

[4] U.S. Department of Education, "Secretary Arne Duncan's Remarks at OECD's Release of the Program for International Student Assessment (PISA) 2009 Results," press release, December 7, 2010, http://www.ed.gov/news/speeches/secretary-arne-duncans-remarks-oecds-release-program-international-student-assessment;

[5] Brandon Wright, "What do International Tests Really Show About U.S. Student Performance," Thomas B. Fordham Institute, January 24, 2013,http://www.edexcellence.net/commentary/education-gadfly-weekly/2013/january-24/what-do-international-tests-reallyshow-about-us-performance.html

[6] Malcom-Piqueux, L, & Malcom, S., (2013) Engineering Diversity Fixing the Educational System to Promote Equity. The Bridge from the National Academy of Engineers V 43 Spring 2013 pg 24-34 - https://www.nae.edu/Publications/Bridge/69735/69743.aspx#about_author69743

[7] NEST 2014: Views from the Trainees—Talking About What Matters in Efforts to Diversify the STEM Workforce. https://www.lifescied.org/content/13/4/587.full -

[8] Allen-Ramdial, S.-A. A., & Campbell, A. G. (2014). Reimagining the Pipeline: Advancing STEM Diversity, Persistence, and Success. Bioscience, 64(7), 612–618. http://doi.org/10.1093/biosci/biu076

[9] Why don't more minority students seek STEM careers? Ask them. https://news.brown.edu/articles/2014/12/trainees

[10] Ochoa, H. A., & Aul, C. J., & Bruton, D., & Timmons, C. J. (2017, June), A Summer Camp in Engineering Physics for Incoming Freshman to Improve Retention and Student Success Paper presented at 2017 ASEE Annual Conference & Exposition, Columbus, Ohio. https://peer.asee.org/27520

[11] STEM in the Summer: The joy of Meaningful Learning https://www.summerlearning.org/wp-content/uploads/2016/10/STEM-in-Summer_keyline-1.pdf

[12] The National Academy Press ( ) Identifying and Supporting Productive STEM Programs in Out-of-School Settings - https://www.nap.edu/download/21740

[13] Wiebe, E. N., & Faber, M., & Corn, J., & Collins, T. L., & Unfried, A., & Townsend, L. (2013, June), A Large-scale Survey of K-12 Students about STEM: Implications for Engineering Curriculum Development and Outreach Efforts (Research to Practice) Paper presented at 2013 ASEE Annual Conference & Exposition, Atlanta, Georgia. https://peer.asee.org/19073

# Aprendizagem matemática na perspectiva dos modelos de ensino híbrido

Núbia Guimarães[1]
Patricia Alejandra Behar[2]

[1] Instituto Federal do Rio Grande do Sul - IFRS Campus Canoas (Brasil)
[2] Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (Brasil)
nubia.guimaraes@canoas.ifrs.edu.br
patricia.behar@ufrgs.br

**Resumo:** Este trabalho tem como objetivo identificar as contribuições do uso da estratégia de "Rotação por estações", envolvendo uma mistura de atividades online e offline, para os processos de ensino e aprendizagem em matemática. A aplicação da atividade foi realizada em uma turma de primeiro ano do ensino médio, onde o foco em atividades propostas no modelo de ensino tradicional era bastante reduzido. Para tal, os alunos foram divididos em cinco grupos e distribuídos nas cinco estações. Cada estação continha uma atividade e, por meio da rotação, todos participaram de todas as atividades. Além disso, foram realizados um pré-teste e um pós-teste para avaliar os ganhos com a aplicação da estratégia. Os resultados mostram que metodologias adequadas associadas ao uso das TIC podem impactar positivamente a aprendizagem e apontam para a importância da reflexão acerca do papel do professor no processo de ensino-aprendizagem.

**Palavras-chave**: Metodologias ativas. Ensino e aprendizagem de matemática. Educação básica.

## 1. Introdução

Não é difícil perceber as dificuldades encontradas pelos alunos na disciplina de matemática no ensino básico. É notório também, que essa dificuldade é cumulativa e afeta drasticamente o desempenho dos alunos nos cursos superiores com ênfase nas ciências exatas. Isso é verificado pelo alto índice de desistência e reprovação, resultando em um número bastante reduzido de formandos. Um exemplo disso pode ser visto na última sinopse estatística da educação superior fornecida pelo INEP, de 2017 atualizada em 29/09/18, onde um total de 95.004 estudantes matriculados em cursos de formação de professores de matemática, há apenas 10.730 concluintes (aproximadamente 11%).

Segundo Becker [3], algumas concepções epistemológicas errôneas são muito comuns e determinantes na ação (in)adequada ou na falta de ação do professor diante desses obstáculos. Em sua pesquisa sobre a epistemologia do professor de matemática, o referido autor identificou duas crenças muito frequentes entre os docentes dessa área.

Uma delas é a crença de que o aluno aprende por causa de características herdadas e a outra, onde o aluno seria como uma tábula rasa, desconsiderando a bagagem do sujeito que aprenderia apenas por mera repetição. Em ambas concepções o sujeito é passivo, quando aprender matemática exige o protagonismo do aprendiz na construção do seu próprio conhecimento. Segundo Piaget [8], "´[...] o progresso dos conhecimentos é obra de uma união indissociável entre a experiência e a dedução, de uma colaboração necessária entre os dados oferecidos pelo objeto e as ações ou operações que constituem o quadro lógico-matemático [...]".

Moran [7], em concordância, diz que a vida é um processo de aprendizagem ativa, onde o sujeito aprende e amplia as suas competências por processos abertos e progressivamente mais complexos. Além disso, crianças e jovens estão cada vez mais conectados às tecnologias digitais, fazendo parte de uma geração que estabelece novas relações com o conhecimento, requerendo que transformações aconteçam na escola [1]. E, segundo Behar [4], a sociedade atual está sendo pautada pela tríade: informação, conhecimento e aprendizagem, gerando mudanças que vêm exigindo que os profissionais tenham capacidade para atuar frente a diferentes situações. É fácil perceber que o ensino que requer do aluno apenas prestar atenção, copiar e repetir não é suficiente para atender essas demandas, tornando-se necessário o desenvolvimento também de habilidades e atitudes.

O ensino híbrido (*blended Learning*), originalmente utilizado para designar a mistura (*blended*) entre o ensino presencial e a distância, vem propondo modelos de aprendizagem com potencial para essa formação mais integral do indivíduo. Esse termo ensino híbrido evoluiu para abarcar um conjunto mais rico de estratégias ou dimensões de aprendizagem, estando enraizado a uma ideia de que não existe uma única forma de aprender e que a aprendizagem é um processo contínuo [6].

Por meio de uma proposta de trabalho que mistura atividades online e offline, esse trabalho pretende identificar as contribuições do uso da estratégia "Rotação por estações" [2] nos processos de ensino e aprendizagem de matemática em uma turma da educação básica.

## 2. Materiais e métodos

Este trabalho foi desenvolvido em uma turma do primeiro ano do ensino médio durante as aulas na disciplina de matemática. O conteúdo abordado nas atividades propostas foi Teoria dos conjuntos. Os estudantes nessa turma possuíam um comportamento mais ativo, no sentido da necessidade de falar e movimentar-se mais, apresentando menos tempo de atenção em tarefas mais monótonas.

Dessa forma, o modelo de aprendizagem "Rotação por estações" foi escolhido por possibilitar que o aluno experimente diversas formas de aprender um mesmo conteúdo, envolvendo movimentação para a troca de estação e conversas para o desenvolvimento das atividades em grupo. Para isso, foram preparadas cinco atividades (duas offline e três online) não sequenciais, mas integradas, oportunizando o acesso ao mesmo conteúdo sob diferentes formas de aprendizagem. Essas atividades foram distribuídas nas estações de trabalho, agrupamentos de classes organizadas de acordo com a quantidade de alunos nos grupos e/ou necessidades da tarefa. Os alunos foram

organizados em grupos, de acordo com o número de estações. A marcação do tempo de troca de estação foi feita por um cronômetro com projeção no quadro para tornar a atividade mais lúdica e divertida.

As atividades 1, 2 e 3 constaram de exercícios disponíveis em uma lista pequena e seleta de exercícios. Na atividade 4, os alunos tinham que acessar um aplicativo com atividades relacionadas ao assunto tratado no Portal do Saber da Obmep. Na atividade 5, os estudantes acessaram um site com conteúdos para consulta e tinham que realizar uma lista de exercícios que continham soluções ao final. A ideia é que eles aprendessem com a consulta ao material disponibilizado e com as soluções dos exercícios resolvidos.

Foram realizados um pré-teste e um pós-teste, com instrumentos de avaliação diferentes, para verificar o que os alunos sabiam a respeito do assunto tratado e o que eles aprenderam após a participação nas atividades.

## 3. Os resultados

Depois de ter desenvolvimento o conteúdo sobre Teoria dos conjuntos, um pré-teste foi aplicado para verificar qual o conhecimento que os alunos haviam adquirido. Com a aplicação do pré-teste já foi possível fazer algumas reflexões importantes acerca da avaliação em matemática. Através deste instrumento prévio de avaliação foi possível identificar inconsistências entre o que a questão pedia, o que o aluno entendia e o que o professor esperava como resposta. Assim, o pré-teste permite que o professor não só conheça melhor o seu aluno como também lhe permite fazer a calibração do instrumento de avaliação.

Durante a aplicação da estratégia “Rotação por estações”, os alunos só poderiam consultar os seus pares e os materiais disponíveis online e offline, sendo orientados a esperar o término das atividades para a retirada de dúvidas com o professor. Como esperado, a conexão entre as partes online e offline proporcionaram diferentes formas de ensinar e aprender [5]. Observou-se um aumento na motivação e no engajamento dos alunos nas atividades, em especial daqueles que têm mais dificuldade com o foco em atividades mais monótonas. Todos participaram e desenvolveram as atividades, por vezes de forma colaborativa e, em outras, de forma individual.

Devido ao tempo definido para a troca de estações, alguns não conseguiam terminar as atividades. Ainda assim, a experiência com o desenvolvimento colaborativo das atividades, ainda que de forma parcial, foi de grande valor porque promoveu a compreensão e a motivação para que as mesmas pudessem ser concluídas individualmente depois. Além disso, despertou o interesse para o momento posterior em que o professor esclareceu as dúvidas encontradas na realização das atividades.

Através do pós-teste, onde foi utilizado um instrumento de avaliação com o mesmo nível de complexidade que no pré-teste, foi possível constatar um aumento considerável no desempenho dos alunos, onde a média da turma passou de 4,9 para 8,5. Uma das alunas, com um perfil mais introvertido, revelou sua preferência por listas de exercícios, apresentando dificuldades com o trabalho em grupo. Apesar disso, teve seu desempenho aumentado de 5,2 para 8,0.

## 4. Conclusões

Foi possível perceber que a mudança no papel do professor permite o desenvolvimento da autonomia do aluno proporcionando uma aprendizagem mais eficiente. Além disso, possibilita ao professor a observação, análise e compreensão dos processos de ensino e de aprendizagem que estão ocorrendo diante dos seus olhos.

O professor precisa estar preparado para desempenhar esses novos papéis, que perpassam ao simples uso das TIC, mas exigem novas metodologias associadas ao seu uso. As TIC não garantem a qualidade do ensino e da aprendizagem, mas podem ser um instrumento importante, quando utilizadas com uma análise crítica sobre seus limites e possibilidades. Sobretudo, quando o professor assume a postura de mediador/pesquisador, vivenciando momentos de reflexão a respeito das suas práticas.

## 5. Referências


1. BACICH, L.; NETO, A.T.; TREVISANI, F. *Ensino Híbrido: Personalização e Tecnologia na Educação*. Porto Alegre: Penso Editora, 2015.
2. BACICH, L. *Ensino Híbrido: Proposta de formação de professores para uso integrado das tecnologias digitais nas ações de ensino e aprendizagem.* In: Anais do XXII Workshop de Informática na Escola (WIE 2016). DOI: 10.5753/cbie.wie.2016.679. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/6875/4753>. Acesso em: 20/12/18.
3. BECKER, F. *Educação e construção do conhecimento.* 2 ed. Porto Alegre: Penso, 2012.
4. BEHAR, P.A. et al. *Competências em Educação à Distância.* Porto Alegre: Penso, 2013.
5. CAMARGO, F.; DAROS, T. *A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar aprendizado ativo.* Porto Alegre: Penso, 2018, cap. 2, p. 62-65.
6. MARTINS, L. *Implicações da organização da atividade didática com uso de tecnologias digitais na formação de conceitos em uma proposta de Ensino Híbrido.* 2016. Tese (Doutorado em Psicologia Escolar e do Desenvolvimento Humano) - Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Doi:10.11606/T.47.2016.tde-19092016-102157.
7. MORAN, J. *Metodologias ativas para aprendizagem mais profunda*. In: BACICH, L.; MORAN, J. Metodologias ativas para uma educação inovadora. Porto Alegre: Penso. 2018, cap.1, p. 1-16.
8. PIAGET, J. *Psicologia da inteligência*. 2. ed. Tradução de Egléa de Alencar. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1972, p. 93.

# Las TIC en la Educación Inclusiva. Incorporación de las Aulas Virtuales como estrategia para la enseñanza y aprendizaje de ciencias

María Graciela García
maragraquim@gmail.com

**Resumen.** El propósito de la investigación educativa consistió en explorar la incorporación del Aula Virtual en Bachillerato de Enseñanza Media como espacio que posibilita la inclusión, desde el aprendizaje de las ciencias, en el Programa de Culminación de Estudios Secundarios de adultos en el ámbito laboral (ProCES) Semipresencial de la Administración Nacional de Enseñanza Pública (ANEP). Es un estudio de tipo descriptivo-explicativo que planteó una complementariedad cuantitativa- cualitativa desde el punto de vista metodológico. El trabajo de campo se llevó a cabo con estudiantes y docentes de los cursos semipresencial de Física, Matemática y Química, en 2017. Se analizó el uso y la apropiación crítica de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como estrategia potenciadora del aprendizaje de ciencias y la inclusión educativa; también se indagaron las capacidades comunicacionales generadas en los espacios del Aula Virtual (AV). Se evaluó la modalidad de trabajo colaborativo alcanzado en la actividad que involucra la realización de un Proyecto Final en equipo. El supuesto principal de la investigación expresa que la incorporación del Aula Virtual potencia el aprendizaje de ciencias y facilita el desarrollo de habilidades comunicativas y tecnológicas. A su vez, que las actividades propuestas por los docentes en AV promueven el desarrollo de estrategias de aprendizaje que involucran al Proyecto Final y contribuyen al desarrollo de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias a través del trabajo colaborativo. Según los resultados obtenidos la incorporación del AV favoreció la inclusión educativa de los/las trabajadores y el aprendizaje colaborativo de ciencias.

**Palabras clave:** Educación Inclusiva, TIC, Estrategias de enseñanza y aprendizaje, Aula Virtual

## 1. Introducción

La integración de las TIC en los diferentes sistemas educativos tiene su enfoque en el apoyo a los procesos de enseñanza y aprendizaje, donde tanto estudiantes como docentes adquieren capacidades en el uso de las tecnologías digitales que les permiten ser competentes en la sociedad actual.

En el Proyecto de Presupuesto 2015-2020 de Uruguay, de la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP) (2015, p136) cobra importancia la participación activa del aprendizaje en el proceso de inclusión, para que el derecho de acceso universal sea una realidad, no alcanza solamente con asistir a una institución

educativa y recibir allí educación, esta debe ser una inclusión real, al decir de (Aguerrondo, 2009, p.5), "una educación de calidad con equidad que permita el ingreso a la sociedad del conocimiento".

Dentro de las políticas educativas generales, definidas por ANEP para el quinquenio, el Programa de Culminación de Estudios Secundarios (ProCES), es uno de los dispositivos educativos que desarrolla el Consejo de Educación Secundaria. Tiene como objetivo posibilitar la culminación de Educación Media en el ámbito laboral. Habilitando oportunidades de desarrollo profesional, a personas trabajadoras, que a lo largo de su vida y por diversos motivos se alejaron del Sistema Educativo Formal.

Los cursos son cuatrimestrales, en modalidad presencial y semipresencial, ésta última en el espacio de las Aulas Virtuales del CES, que desarrolla los cursos mediante la combinación del uso de un Entorno Virtual de Aprendizaje con la realización de encuentros presenciales. La plataforma virtual utilizada es *Moodle*, se aloja en aulasvirtuales2.ces.edu.uy. Constituye un espacio innovador de las formas de trabajo, comunicación e interacción, ampliando la capacidad para representar, procesar, transmitir y compartir información. Incorpora así una nueva forma de acercarse a los contenidos.

Si bien la educación inclusiva busca garantizar la participación de todos y todas, en una sociedad donde aprender no está restringido al horario escolar, donde cada individuo puede aprender de muchas formas y siguiendo sus propios intereses, en espacios y tiempos distintos; no es suficiente con acceder a la información, es necesario hacer un uso adecuado de la misma para transformarla en conocimiento aplicable a la resolución de los problemas cotidianos.

Cada vez más se requiere de ciudadanos alfabetizados científicamente que se sientan partícipes respecto a la toma de decisiones, que asuman una actitud proactiva, responsable, que sean capaces de participar en la elaboración de proyectos de mejora de la calidad de vida de su ambiente y de comprometerse con un futuro sostenible.

Razón por la cual es primordial la creación de espacios interactivos virtuales donde se construya conocimiento científico, a sabiendas de que en ellos las TIC coexisten. Es Echeverría (2001, p. 280) quien los define y lo llama tercer entorno "Espacio social, que no es presencial, sino representacional, no es proximal, sino distal, no es sincrónico, sino multicrónico, que depende de redes electrónicas con multiplicidad de nodos". Surge así un espacio virtual, un nuevo lugar donde interactuar, comunicarse e intercambiar información.

Investigar cómo se dan las relaciones de aprendizaje en dichos espacios virtuales conduce a las siguientes interrogantes: ¿Cómo se logran estos espacios? ¿Cuáles son las estrategias que allí cobran relevancia? ¿Qué incidencia tiene su inclusión en el proceso en que se construye el conocimiento?

Según UNESCO (2005) la inclusión es el proceso de identificar y responder a la diversidad de las necesidades de todos los estudiantes a través de la participación en el aprendizaje y reduciendo la exclusión. Involucra cambios y modificaciones atendiendo a las necesidades de aprendizaje de todos los niños y las niñas, jóvenes y adultos, poniendo énfasis en aquellos que son vulnerables. Una escuela inclusiva debe procurar el desarrollo del potencial de cada persona, evitando la discriminación; incorporar nuevas estrategias de enseñanza en relación con los modos de aprender.

Es así como las TIC y la educación inclusiva forman parte de temas de debate actuales, ya sea por la necesidad de priorizar la educación para toda la vida, como para

llegar a aquellos grupos que no pueden asistir regularmente a la educación presencial. Cabe resaltar que los cuatro pilares de la educación se establecieron a partir de la noción del aprendizaje a lo largo de toda la vida que, a su vez, es una adaptación del concepto de "educación permanente" definido inicialmente en el informe histórico Aprender a Ser (UNESCO, 1972).

Es el aula virtual un espacio innovador de las formas de trabajo, comunicación e interacción, en el que el cuerpo docente genera y desarrolla acciones diversas para el logro de los aprendizajes de sus alumnos, formula preguntas, abre debates, plantea trabajos, sube materiales (Área, 2009). Según Coll (2007) "La novedad reside más bien en el hecho que las TIC digitales permiten crear entornos que integran sistemas semióticos conocidos y amplían hasta límites insospechados la capacidad humana para representar, procesar, transmitir y compartir información" (p.168).

En este sentido, la pregunta que guío la investigación fue:

¿De qué forma, dentro del marco de una educación inclusiva, se incorpora el Aula Virtual como innovación pedagógico-didáctica en el aprendizaje de ciencias, específicamente Física, Matemática y Química, en Bachillerato de Enseñanza Media durante el segundo semestre del año 2017 en ProCES Semipresencial?

El objetivo general de la investigación consistió en: Explorar las potencialidades de la incorporación del Aula Virtual en Bachillerato de Enseñanza Media en el año 2017 como espacio que posibilita la inclusión desde el aprendizaje de las ciencias en ProCES Semipresencial.

Los objetivos específicos fueron:

Objetivo Específico 1: Analizar el uso y la apropiación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como estrategias de enseñanza y aprendizaje que potencian la inclusión educativa en los cursos de Física, Matemática y Química en Bachillerato de Enseñanza Media en el Aula Virtual durante el 2do cuatrimestre del año 2017.

Objetivo Específico 2: Indagar las capacidades comunicacionales que se establecen en los espacios colaborativos del Aula Virtual de ProCES en los cursos de Física, Matemática y Química en Bachillerato de Enseñanza Media desde el análisis de la participación del estudiantado en el transcurso del 2do cuatrimestre del año 2017.

Objetivo Específico 3: Evaluar en la última instancia presencial la modalidad de trabajo colaborativo alcanzado en la actividad que involucra la realización de un Proyecto Final en equipo en los cursos de Física, Matemática y Química en Bachillerato de Enseñanza Media durante el 2do cuatrimestre del año 2017.

## 2. Materiales y métodos

En concordancia con un enfoque mixto, el diseño de la presente investigación es explicativo secuencial. Se caracterizó por una etapa inicial donde se recabaron y analizaron los datos cuantitativos, y luego los datos cualitativos. Es importante resaltar que la segunda fase se construyó teniendo en cuenta los resultados de la primera. Luego ambas se integraron, en este caso dando prioridad a lo cuantitativo.

Un propósito frecuente de este modelo es utilizar resultados cualitativos para auxiliar en la interpretación y explicación de los descubrimientos cuantitativos iníciales, así

como profundizar en éstos. Ha sido muy valioso en situaciones donde aparecen resultados cuantitativos inesperados o confusos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 554).

La población de interés estuvo formada por estudiantes y docentes de ProCES Semipresencial de las asignaturas Física, Matemática y Química pertenecientes a los cursos de Bachillerato del segundo cuatrimestre del año 2017. Cabe aclarar que el universo correspondió a la totalidad de inscriptos en los mismos, abarcando así no sólo de capital, sino también del interior, y al equipo docente a cargo, según queda detallado en la Tabla 1.

Por otra parte, es importante resaltar el compromiso docente establecido con el Programa desde hace años, su experiencia en el desarrollo de cursos virtuales.

**Tabla 1: Población de interés/ Instrumentos aplicados**

| Actores | Población total | Entrevista Semi-Estructurada | Censo 1 online | Censo 2 online | Observación estructurada |
|---|---|---|---|---|---|
| Estudiantes | 28 | ------ | 28 | ------- | 28 |
| Profesores | 3 | 3 | ------ | 3 | 3 |

Elaboración propia
Fuente: Instrumentos aplicados

Los datos se obtuvieron a partir de los resultados de los dos censos *online* aplicados, en ambos casos elaborados con preguntas abiertas y cerradas; fueron realizados al terminar el curso, pero antes de llevarse a cabo la evaluación final. En primera instancia, los censos *online* que respondieron veintiocho estudiantes de Bachillerato inscriptos en Física, Matemática y Química del segundo cuatrimestre del 2017 de ProCES Semipresencial. Así como también el realizado por tres docentes a cargo de los cursos, como complemento de la entrevista semiestructurada. Por otra parte, se llevó a cabo la observación estructurada de los espacios virtuales comunes, que reflejaron las diferentes instancias de trabajo, comunicación e interacción y que fue registrada mediante la utilización de una pauta de elaboración propia.

Cabe señalar que la plataforma permite que las actividades realizadas en el Aula Virtual queden registradas, así como también el grado de participación y comunicación entre pares y con docentes, en los respectivos foros habilitados. A tales efectos y para realizar un registro se trabajó con una pauta de observación estructurada de elaboración propia.

## 3. Resultados

Una vez que la metodología aplicada fue procesada es necesario realizar el análisis y la interpretación de los datos obtenidos a través de los instrumentos utilizados. Se debe tener presente que no se intentará llegar a conclusiones definitivas, sino presentar lo que parecen indicar los resultados, la comparación o contraste con las entrevistas y algunas reflexiones. Es importante tener presente que 5 de cada 6 de los estudiantes investigados se reincorporan al sistema formal luego de muchos años fuera del mismo, con toda una carga de miedos y prejuicios.

El primer dato relevante que resultó del censo corresponde a la manera en que los/las estudiantes conocieron el programa ProCES-Semipresencial. Se pudo observar que del total de la muestra 19 estudiantes (67,9 %), se enteraron por la propia institución en la que se desempeñan, 4 estudiantes (14,3%) lo hicieron a través de colegas de trabajo; 3 (10,7%) por un familiar y los 2 (7,1%) restantes por la página del C.E.S.

Los estudiantes-adultos estimulados para culminar sus estudios por el organismo donde trabajan, son los que lograron cumplir las expectativas con las que se inscribieron al Programa

Por otra parte, la tecnología utilizada para el acceso y la navegación en la plataforma es de vital importancia, por ello que fue una de las primeras interrogantes planteadas en el censo. El análisis de los dispositivos y el acceso a internet son indicadores que permiten conocer la disponibilidad del estudiantado, ya sea para consultar materiales, enviar tareas, ingresar a foros o chats.

Al observar la navegabilidad en el Aula Virtual es interesante que 20 (71,4%) estudiantes, de 28 (100%), afirman que nunca o casi nunca, les resultó complejo navegar en ella, frente a sólo 2 (7,2%) que dicen que casi siempre; lo que puede relacionarse con el resultado de los indicadores " tecnología " y " conectividad ".

Otro de los indicadores a tener presente se relaciona con la forma en que se establece la comunicación entre pares y con el equipo docente durante el desarrollo de los cursos. A este respecto surge que el 20 (71,4%) estudiantes se comunican con sus pares a través de los foros del Aula Virtual y 8 (28,6%) lo hace por fuera de la misma a través de *WhatsApp,* admitiendo que la causa de esta preferencia es la velocidad de respuesta y la conectividad son los principales motivos. Esta frase lo resume: " no estoy siempre conectada al aula, con el celular siempre".

La Tabla 2 plantea datos que surgen de la entrevista semiestructurada a los docentes y la observación de los ambientes virtuales.

**Tabla 2: Resumen de incidentes. Observación de tipo estructurada del A.V.**

| Categorías | Resumen de los principales hechos observados |
|---|---|
| Interacción del profesor con los estudiantes | - A través del análisis de los diferentes foros se ha notado una importante interacción del docente con los estudiantes. |
| Interacción de los estudiantes entre si | - Ha sido variada y registrada en capturas de pantalla. Las más numerosas son las relacionadas a un debate propuesto por el docente, en las actividades del curso. |
| Desarrollo del trabajo colaborativo | - Se percibe la comunicación por fuera de la plataforma. Existencia de grupos de WhatsApp. Los estudiantes saben de antemano que toda actividad que no sea registrada en A.V. no será considerada. |
| Actividades en el muro | - Se ha visto un productivo trabajo en grupos en post del desarrollo del Proyecto Final del curso. Quedan individualizadas en las capturas de pantalla. |
| Consultas de Materiales | - Es una de las actividades más realizada por los estudiantes, en general los mismos son subidos por el docente, pero también hay enlace de acceso a repositorios o a páginas interactivas con simulaciones. |
| Subida de Tareas | - A pesar de tener una fecha límite para que se realice queda la posibilidad de hacerlo fuera de fecha, en cuyo caso la devolución se realiza de todas maneras. |

Elaboración propia
Fuente: Datos que surgen de la observación del A.V. de ProCES en el 2do. semestre del 2017

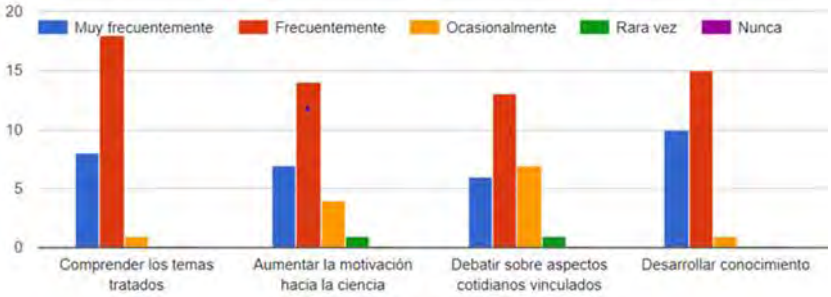
Al vincular estos datos con los resultantes de la pregunta sobre la tecnología utilizada, se puede deducir que aquel/ aquella estudiante que accede con su celular es el/la que presenta los mayores problemas, de conectividad y comunicación.

Frente a la interrogante sobre si en el planteo de las actividades se propicia acciones como: describir, comparar, hipotetizar, deducir, explicar, relacionar, que son claves en el desarrollo del aprendizaje de ciencias; los docentes hacen hincapié en el deducir, relacionar y comparar.

Dentro de las acciones facilitadas por la interacción en los foros con los docentes, aumentar la motivación hacia la ciencia ha sido clave.

Por las consideraciones anteriores es que se indagó sobre las diferentes acciones facilitadas por la interacción en los foros, en particular en el aumento de la motivación hacia la ciencia y el debate sobre aspectos cotidianos vinculados a ella. Los resultados se aprecian en el Gráfico Nº 1.

**Gráfico 1: Acciones facilitadas por la interacción docente-alumno en los foros**




Origen*:* Censo Estudiantil. Elaboración propia

En síntesis, cabe aclarar que, se llevó a cabo una triangulación por medio de la contrastación entre la información proporcionada por estudiantes y docentes, como resultado de la aplicación del censo *online,* así como también a través de los datos que surgen de la entrevista semiestructurada a los docentes y la observación estructurada de los ambientes virtuales.

## 4. Conclusiones

El desarrollo de las TIC ha permitido la creación de nuevos recursos y la utilización de otros, entre los que se encuentra el Aula Virtual; este espacio mágico en el cual el tiempo no es un problema y los límites de las paredes no cuenta. Especialmente cuando permiten conectar en simultáneo a una variedad de estudiantes, de distintos departamentos, con edades muy disímiles, con experiencia de vida también diferentes, pero con un gran objetivo en común, culminar una etapa de su vida educativa que por alguna razón no ha sido concluida.

Para todos los inscriptos en el periodo considerado, no cabía la posibilidad por diferentes factores personales de cursar presencialmente las materias que le faltaban. Como resultado de los procesos cognitivos realizados por el estudiantado a través del Aula Virtual y de la actitud del equipo docente, que priorizó los intereses que traían

desde lo laboral, quedo evidenciada su motivación común: culminar una etapa educativa inconclusa, en un espacio donde se les respete y valore sin críticas; se les acompañe, contenga y apoye. Es así que se da el proceso de inclusión.

Fue a través del logro de una comunicación de calidad, en los foros, entre pares y con docentes que se generó un clima propicio para el disfrute, clave de la motivación hacia el debate y la ciencia, así como también a identificar problemas, explicar fenómenos y elaborar conclusiones. Las interacciones posibilitaron el desarrollo de conocimiento, lográndose aprendizajes compartidos. Los foros son los espacios específicos para esto, en la medida que los/las estudiantes se adapten a esta modalidad de comunicación asincrónica, aquí el/la tutor es la pieza clave para su éxito. Un docente que contiene que apoya, guía, lleva un seguimiento del estudiante permanente. En este ambiente se da una comunicación de calidad, mediada por las TIC.

La capacidad de comunicar lo aprendido, de autocrítica, de coordinación y cooperación entre pares, donde el conocimiento es compartido de una manera rigurosa, organizada utilizando todo tipo de herramientas para ello desde gráficas hasta experiencias prácticas, valiéndose por supuesto de la tecnología.

La última instancia presencial implica el fin de un recorrido para cada estudiante, donde el conocimiento adquirido es compartido de forma organizada y personalizada, respetando el método científico y el rigor académico. Es la evidencia del aprendizaje científico propiciado por el trabajo colaborativo, donde el concepto de "equipo" cobra su real importancia, en pos de la aplicación de los conocimientos científicos adquiridos para la resolución de los problemas cotidianos. Lo que implica aprendizaje científico propiciado por el trabajo colaborativo.

Tanto el tipo de actividades que son propuestas por el equipo docente, como el seguimiento que realizan de ellas, queda reflejado en la plataforma y se resume a continuación en la Tabla 3.

**Tabla 3: Actividades propuestas por docentes en el A.V.**

| Docentes | Actividades | Seguimiento |
|---|---|---|
| Docente 1 | Debates en foros.<br>Cuestionarios en diferentes modalidades.<br>Preparación de actividades prácticas para presentar en los encuentros presenciales.<br>Estudio de materiales<br>Preguntas en foros o Cuestionarios | Constante<br>Continuo<br>Dejándolos ser ellos mismos<br>Sin imponer mis preferencias |
| Docente 2 | Tarea al final<br>Intentan tener una secuencia progresiva<br>A partir de un material de referencia<br>Preguntan disparadoras en el foro | Estricto en lo académico<br>Método científico<br>Atender a sus inquietudes |
| Docente 3 | Fomento del abordaje del tema mediante intercambio<br>Preguntas y repreguntas<br>Síntesis con entrega: tarea, cuestionario, *wiki* | Continuo<br>A lo largo de todo el curso |

Elaboración propia
Fuente: Datos del censo *online* a docentes de ciencias del 2do. cuatrimestre 2017

El Aula Virtual sin duda alguna constituye una innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje, que surge en el año 2012, implementada por el CES, con el objetivo de fortalecer las potencialidades de jóvenes y adultos para continuar sus trayectorias educativas.

Esto ocurre en el marco de una educación inclusiva, pues su incorporación a nivel educativo, y en especial dentro del ProCES Semipresencial, posibilita llegar a grupos que no pueden asistir a la educación presencial por variadas razones. A su vez, porque el proceso de inclusión responde a la diversidad de necesidades del estudiantado a través de la incorporación de nuevas estrategias de enseñanza en relación con los modos de aprender.

*"Reinventar el aprendizaje no significa borrar todo y empezar de cero. Significa ser capaz de volver a aprender, sin temor a darnos cuenta de que hay cosas que podemos hacer mucho mejor que hoy"*
Cobo, C. y Moravec, J. (2011)

## 5. Referencias


1. ANEP (2015) *Proyecto de Presupuesto. Período 2015-2019*. Tomo 1. Exposición de motivos. Montevideo: A.N.E.P. Capítulo 2: Orientación de las Políticas Educativas del Quinquenio II.4. Inclusión p 136.
2. Aguerrondo, Inés. (2009) Educación inclusiva y sociedad del conocimiento. Presentación Buenos Aires: IIPE/UNESCO.
3. Área, Manuel. (2009). Manual Electrónico. Introducción a la tecnología educativa. España: Universidad de La Laguna. Recuperado: https://libros.metabiblioteca.org/handle/001/415
4. Cobo, Cristóbal y Moravec, John. (2011). Aprendizaje Invisible. Hacia una nueva ecología de la educación. Barcelona: Colección Transmedia XXI Laboratorio de Mitjan Interactius/Publicacions Edicions de la Universitat de Barcelona.
5. Coll, César. (2007). “Tic y prácticas educativas: realidades y expectativas". Ponencia presentada en la XXII Semana Monográfica de la Educación. Recuperado de https://www.oei.es/historico/noticias/spip.php?article1435
6. Echeverría, Javier. (2001). *Educación y sociedad de la información*. Revista De Investigación Educativa, 19(2), 277-289. Recuperado de http://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/11117/007200230220.pdf?sequence=1
7. Kuhn, Thomas. (1993). La Estructura de las Revoluciones Científicas. Santiago de Chile: Fondo de Cultura Económica.
8. Hernández, Roberto; Fernández, Carlos; Baptista, Pilar (2014). Metodología de la Investigación, México: McGraw-Hill Interamericana Editores SA Sexta Edición.
9. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (1972). UNESCO. Aprender a ser. La educación del futuro. Madrid: Alianza Editorial, S.A. https://docplayer.es/76721-Aprender-a-ser-la-educacion-del-futuro.html
10. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2005). Hacia las sociedades del conocimiento. Informe Mundial Ediciones UNESCO. París: UNESCO. Recuperado de http://www.lacult.unesco.org/docc/2005_hacia_las_soc_conocimiento.pdf

# Análisis comparativo de herramientas de comunicación para la elaboración de material audiovisual en Álgebra y Geometría Analítica

Marta C. Vidal[1], Mónica García Zatti[1], Verónica Vanoli[1], Lorena Cofré[1]

[1]Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Bahía Blanca
Argentina
mcvidal@criba.edu.ar
gzatti@frbb.utn.edu.ar
vvvanoli@frbb.utn.edu.ar
cofrelorena7@gmail.com

**Resumen.** El uso de las tecnologías de la información y la comunicación ha tomado en los últimos tiempos una gran relevancia en el ámbito educativo. Nos brindan un enorme potencial que permite modificar el proceso de enseñanza aprendizaje. Entre las ventajas que ofrece su incorporación, está el diseño de recursos virtuales de educación. Implementados de manera adecuada no sólo nos ofrecen la posibilidad de enriquecer el contenido de los cursos, sino que nos sirven de apoyo en el proceso de enseñanza de los estudiantes, fundamentalmente en aquellos temas que por cuestiones de tiempo no pueden desarrollarse en clase con la profundidad que se requiere. Entre las modalidades de formación virtual que han surgido en los últimos tiempos se encuentran los Webinars, son seminarios que se transmiten por internet o la WEB cuyo formato es similar a una video conferencia, en general con objetivos académicos. En este trabajo se describe una experiencia, llevada a cabo en la asignatura Álgebra y Geometría Analítica de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca, en la cual se incorpora material audiovisual con características similares a un Webinar, utilizando software gratuito de comunicaciones que combine el uso de videoconferencias con chat. Se presenta un análisis comparativo de las ventajas y limitaciones de las mismas y se evalúa el impacto del material a través de encuestas que nos permiten concluir que la propuesta es una buena alternativa para implementar y dan cuenta de nuevas formas de incluirlas.

**Palabras clave:** TIC, Webinar, Herramientas de comunicación.

# 1. Introducción

La rápida expansión de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en todos los ámbitos en general, y en el educativo en particular, nos brinda la posibilidad de modificar la forma de elaboración, adquisición y transmisión de conocimientos. Como docentes debemos aprovechar el enorme potencial que nos ofrecen, y lograr a través de su incorporación que el estudiante se adapte a un contexto en el cual la tecnología cumple un rol sustancial. En tal sentido los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje nos brindan herramientas que hacen que el encuentro entre docentes y estudiantes vaya más allá del aula. Así como también herramientas adicionales de comunicación y colaboración, que ayuden a la formación del estudiante.

Entre estas herramientas de formación, se encuentran los Webinars, que surge de la combinación de las palabras "Web" y "seminar", son videos en línea [1], en general con objetivos académicos, que a través de un software especializado permiten impartir cualquier tipo de clase a través de internet, con lo cual el estudiante puede escuchar dicha clase en este formato sin asistir a la universidad. Una de las ventajas de esta herramienta es que el participante puede expresar sus dudas y realizar sus aportes en la herramienta en la que está trabajando, logrando de esta manera interactuar con algunos de los docentes de la cátedra, siendo esto fundamental en todo proceso académico. Si bien se emite en tiempo real, generalmente puede grabarse para su posterior emisión en diferido, proporcionando así la posibilidad de llegar a una audiencia aún más grande.

En la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Bahía Blanca (FRBB) se está llevando a cabo un proyecto de investigación y desarrollo (I+D), cuyo principal objetivo es el desarrollo de estrategias para la incorporación de recursos tecnológicos en la enseñanza de la matemática en carreras de ingeniería.

Entre estas estrategias se llevó a cabo una experiencia en la asignatura de primer año Álgebra y Geometría Analítica, común a las carreras de Ingeniería Mecánica, Civil, Eléctrica y Electrónica. Tanto en aquellos temas que se pretende reforzar como en aquellos que por cuestiones de tiempo no se alcanzan a abordar con la profundidad que se pretende, se desarrolló un material educativo de apoyo consistente en una propuesta audiovisual similar a un Webinar, adecuada a los contenidos de la asignatura y en la cual un grupo de docentes de la misma se encarga del diseño, elaboración y puesta en marcha del material.

El objetivo fundamental de esta propuesta es presentar tanto el diseño como la implementación de un Webinar utilizando distintas herramientas, que sea de utilidad al momento de promover nuevos entornos de aprendizaje que no solo enriquezcan, sino complementen el material existente.

# 2. Metodología

Al hablar de medios en la enseñanza dentro de una acción didáctica concreta nos enfrentamos a tres fases: diseño, producción y evaluación [2]. En la fase de diseño se establecen los contenidos a trabajar y la relación entre ellos, su secuenciación y formas de presentación. Se trata de establecer aspectos específicos de la materia en

tanto campo científico, así como también criterios didácticos que deberán ser acordes al tipo de presentación elegido. En la fase de producción se materializa el diseño: se ejecutan las decisiones adoptadas durante la fase anterior y se realizan actividades de tipo instrumental y tecnológico para poder materializar el medio elegido. Cuando hablamos de evaluación nos referimos a la evaluación del material propiamente dicho para determinar su calidad estética, técnica y didáctica, así como también a la evaluación de los resultados del proceso de enseñanza aprendizaje desarrollado [3].

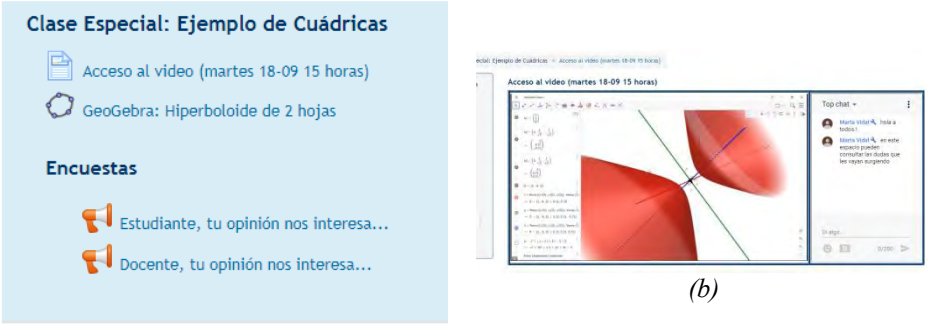
En nuestro caso, en la fase de diseño se elaboraron guiones que permitieron establecer previamente el paso a paso de la transmisión, además de elegir el formato Webinar para su ejecución. Existen diferentes herramientas para crear un Webinar, cada una de ellas nos ofrecen distintas posibilidades relacionadas con el número de participantes, con la viabilidad de que el video quede grabado, con la resolución del video en dispositivos móviles y con la facilidad de asignar permisos a cada uno de los usuarios, entre otras. La elección de una herramienta adecuada dependerá de las necesidades y requisitos.

Esta experiencia fue llevada a cabo por integrantes del proyecto antes mencionado, con grupos de estudiantes pertenecientes a tres comisiones de la asignatura Álgebra y Geometría Analítica.

En una primera instancia, para el diseño del Webinar se creó una transmisión en vivo y en directo utilizando el software libre, gratuito y de código abierto Open Bradcaster Software (OBS) Studio 21.1.0, por medio de streaming desde el Creator Studio de YouTube (plataforma YouTube Live) [4]. La transmisión incluye un área de chat en tiempo real para que los estudiantes puedan, en forma escrita, interactuar inmediatamente con un docente para realizar consultas, compartir enfoques, aportar ideas y contrastar opiniones. Una de las ventajas que presenta este formato es que no existe una limitación en la cantidad de participantes para la audiencia ni para el chat. Por otra parte, una vez finalizada la transmisión en vivo de la clase, la misma queda guardada para que los estudiantes puedan acceder a ella las veces que lo necesiten.

Los estudiantes fueron convocados a través del Aula Virtual, donde se les indicó día y horarios en los que se llevaría a cabo el Webinar

Esta propuesta se embebió en una de las secciones del espacio correspondiente a la asignatura (fig. 1.a), donde el estudiante se encontró con el video para visualizar y el chat para participar (fig. 1.b). Tal cual sucede en una clase presencial, el conferencista que en este caso fue un docente de una de las cátedras, se dirigió en vivo a la audiencia y los asistentes pudieron hacer preguntas, comentar y ver lo que los demás participantes escribían en el chat.




*(a)* *(b)*

**Fig. 1.** Acceso a la transmisión en vivo desde el Aula Virtual.

Los requisitos técnicos para poder participar, tanto los estudiantes como los docentes, consistieron en: una computadora conectada a internet y un usuario de gmail y canal de youtube. Todos aquellos que no contaban con este último requisito sólo pudieron participar pasivamente escuchando, sin la opción de hacer consultas o comentarios en el chat.

En todos los Webinars, en los cuales se desarrollaron los temas de reducción de una cuádrica a su forma canónica, y distancia entre rectas alabeadas se utiliza como apoyo un archivo Geogebra [5] que permite al estudiante visualizar la gráfica del ejemplo desarrollado. El archivo de la gráfica mostrado en el video, fue subido al Aula Virtual luego de la transmisión en vivo, con la posibilidad de que sólo los estudiantes que fueron convocados al evento tengan acceso y puedan analizar y/o modificar el proyecto para una mejor comprensión y visualización del tema desarrollado. La duración de la transmisión en vivo fue de aproximadamente 15 minutos pudiendo extenderse de acuerdo a la demanda del chat.

A los efectos de hacer uso de otras herramientas de comunicación y así compararlas con la utilizada en la experiencia anterior, se lograron probar: Zoom [6], Slack [7], y Hangouts [8].

Presentamos a continuación una tabla comparativa en la que se exponen las ventajas y desventajas de cada una de ellas.

**Tabla 1**. Tabla comparativa de herramientas de comunicación.

| | **ZOOM** | **HANGOUTS** | **YOUTUBE** | **SLACK videoconference (Zoom-Hangouts)** |
|---|---|---|---|---|
| ***Número de participantes permitidos*** | Hasta 100, versión gratuita. | Hasta 25. | Sin límite. | Adquiere las características de la herramienta elegida para realizar la transmisión. |
| ***Tiempo límite de grabación*** | 1 hora. No admite grabación de video de la transmisión en caso de ingresar tarde a la videollamada. | Sin límite. No admite grabación de video para retroceder en caso de ingresar tarde a la videollamada. | Sin Límite, se puede retroceder video hasta 4hs. en caso de ingresar tarde a la transmisión. | |
| ***Sistema Operativo y Navegadores compatibles*** | Android iOS Navegador Chrome. | Android iOS Navegador Chrome. | Android iOS Navegador Chrome. | |
| ***Enviar mensajes de chat*** | Sí. | Solo en la versión web. | Sí. | |
| ***Interactividad de los participantes invitados*** | A través de video, audio, chat o compartir pantalla. | A través de video, audio, chat o compartir pantalla. | A través de chat. | |
| ***Participantes externos*** | Invitación a través de un link. | El acceso a las videollamadas se gestiona mediante una combinación de invitaciones y permisos de Calendar. | Invitación a través de un link. | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ***Grabar reuniones o clases*** | Admite grabaciones de la videoconferencia en una computadora. | No admite grabaciones. | Admite grabaciones directamente en el canal de Youtube del cual se transmite. |
| ***Ver presentaciones en dispositivos móviles*** | Sí. | Contenido de baja resolución. | Sí. |
| ***URLs de reunión*** | URL única de reunión | URL editables de reunión | URL únicas y editables de reunión |
| ***Grabación de chat*** | Sí. | Sí. | Sí. |
| ***Software para transmitir y/o grabar streaming*** | No necesita. | Necesita algún software en PC para grabar la videollamada. | Necesita (en nuestro caso, utilizamos OBS Studio para transmitir Streaming). |
| ***Almacenamiento de la clase luego de la grabación*** | Sólo la versión paga admite el almacenamiento en la nube. La versión gratis admite almacenamiento en PC. | Se puede almacenar en PC utilizando algún software de grabación. | Queda automáticamente guardado en el canal de Youtube, junto con el chat |

Analizando las ventajas y limitaciones de cada una de las herramientas mencionadas anteriormente, sin duda la posibilidad de emitir el Webinar en directo (streaming) con el canal de Youtube asociado a una cuenta gmail es la mejor alternativa y es por ello la que hemos seleccionado para la organización del resto de los webinars.

## 3. Resultados y conclusiones

Para evaluar la calidad pedagógica- educativa de este material se tuvieron en cuenta algunos de los indicadores definidos por Rojas Ribayo [9], quien propone para ello

cuatro bloques: los objetivos e intenciones, los destinatarios, los contenidos y la calidad técnica y estética del material. En cuanto a los objetivos, los mismos quedaron claramente especificados al inicio de cada Webinar, dando además la información pertinente tanto de los requisitos previos como del uso del material. Los destinatarios, tal cual se mencionó anteriormente, fueron alumnos de la asignatura Álgebra y Geometría Analítica. El material se orientó entonces a esta audiencia y situación concreta, quedando disponible en el aula virtual del curso y pudiendo contar con la opinión de los usuarios a través de una encuesta. Respecto a los contenidos, los mismos son preparados e impartidos por docentes de amplia trayectoria en el área, con lo cual se cuenta con una vasta experiencia para organizarlos en una secuencia lógica para una mejor comprensión, siendo suficiente la información que se transmite para conocer el objeto de estudio. Por último, para que la calidad técnica y estética del material sea óptima se buscó contar con los mejores recursos físicos, técnicos y tecnológicos que estuvieran a nuestro alcance. En esa búsqueda se utilizaron distintas herramientas que se reportan en este trabajo.

Esta experiencia se implementó en cinco oportunidades durante los dos cuatrimestres de 2018 y el primer cuatrimestre de 2019. Como se mencionó anteriormente, al finalizar las transmisiones, se pedía a los estudiantes que evaluaran la experiencia contestando una encuesta disponible en el Aula Virtual de la asignatura. A la primera transmisión fue invitado un grupo de colegas docentes del área, quienes también contestaron una encuesta para aportarnos su opinión.

En el caso de los estudiantes, los resultados de las mismas arrojan que para el 88% de los estudiantes esa era la primera vez que participaban de este tipo de experiencia.

En cuanto a los dispositivos utilizados para conectarse, las preferencias fueron en primer lugar el uso de notebook o netbook (38%), en segundo lugar, PC (35%), y en último lugar, teléfono móvil (27%).

Acerca de la visualización, la mayoría de los estudiantes la evaluaron como buena (95%), considerando el material dado como suficiente para entender el tema. También evaluaron positivamente (58%) el uso del chat para poder consultar sus dudas.

El 73% de los estudiantes manifiestaron que previamente no habían estudiado el tema a tratar en el Webinar, y el 85% consideró necesaria más de una visualización del vídeo para su comprensión.

En el caso de los docentes, ninguno había participado anteriormente de una experiencia con estas características, eligiendo para conectarse notebook o teléfono móvil. Todos valoraron positivamente el uso académico del Webinar, sobre todo el hecho que quede grabado y que brinde la posibilidad de revisar la explicación cuando y cuantas veces el estudiante lo necesite. Sus sugerencias estuvieron relacionadas con el manejo de los tiempos en las transiciones y con la incorporación de ejemplos del campo de la ingeniería.

Las valoraciones positivas tanto de estudiantes como de colegas nos permiten concluir que este es un recurso que sin duda contribuye a la formación académica de nuestros estudiantes. A partir de algunas de sus opiniones: *"Me gustaría que haya videos explicando cada tema en el aula virtual, ya que en mí caso, me cuesta seguir el ritmo de la clase y con los videos puedo pausarlos, comprenderlos y seguir con el tema"* o *"La propuesta me parece muy buena, la explicación es clara, y el hecho de que quede grabado también me parece importante a la hora de hacer una revisión de los pasos a seguir en la resolución"*, se nos plantea el desafío de ampliar el uso de

Webinar a otros temas tanto de esta asignatura, como a otras del área, y a seguir buscando herramientas de comunicación que faciliten y potencien la comunicación e intercambio de información entre los participantes de la propuesta.

## 4. Referencias


1. McCarthy, S., Saxby, L.E., Thomas, M. y Weertz, S (2012). Connecting through Webinars: A CRLA Handbook for the Use of Webinars in Professional Development. College Reading and Learning Association Professional Development Committee. Recuperado a partir de: http://www.crla.net/ProfDev/Connecting%20through%20Webinars%20CRLA%20Handbook.pdf

2. Martínez Sánchez, F. (2004). Bases generales para el diseño, la producción y la evaluación de medios para la formación. En Salinas, J., Aguaded, J., Cabero, J. (coords.) *Tecnologías para la educación. Diseño, producción y evaluación de medios para la formación docente* (pp. 19-30). Madrid, España: Alianza Editorial.

3. Vidal, M., Cofré, L., García Zatti, M., Vanoli, V. (2018). Una experiencia de incorporación de material audiovisual en la asignatura Álgebra y Geometría Analítica. En Barrera Capot, R. y Montaño Espinosa, R. (Eds), *Libro de Resúmenes Primer Congreso Internacional de Innovación, Tecnología e Investigación Educativa. ITIE 2018*, 116 - 120. Chile: Universidad de Santiago de Chile.

4. YouTube (2019). Recuperado de https://www.youtube.com/

5. GeoGebra (2019). Recuperado de https://www.geogebra.org/

6. Zoom Video Communications, Inc. (2019). Recuperado de https://zoom.us/

7. Slack Technologies, Inc. (2019). Recuperado de https://slack.com/intl/es-ar/

8. Google Hangouts (2019). Recuperado de https://hangouts.google.com/

9. Rojas Ribayo, M. (2011). *Guía para la evaluación pedagógica de material audiovisual educativo CEMAV UNED*. Recuperado de: https://canal.uned.es/uploads/serialmaterial/Serie/1192/Gu__a_para_la_evaluaci__n_pedag__gica_de_material_audiovisual.pdf

# Desarrollo de un sistema de comunicación universitario.

Antonio Sarasa Cabezuelo[1]

[1]Departamento de Sistemas Informáticos y Computación
Universidad Complutense de Madrid (España)
asarasa@ucm.es

**Resumen.** La universidad constituye un mundo en sí mismo con sus propias estructuras, recursos y normas de funcionamiento. En este sentido cuando un estudiante ingresa en la universidad se encuentra ante un abismo que debe empezar a conocer para poder aprovechar todas las oportunidades que le ofrecen. Las universidades ofrecen mucha información en sus páginas webs oficiales así como en algunos casos disponen de aplicaciones para móviles que realizan una función parecida ofreciendo funciones tales como la gestión del expediente académico, los horarios de clase, o las calificaciones. Así mismo, estos instrumentos se ven complementados por el uso de campus virtuales donde los profesores crean asignaturas virtuales y extienden la formación presencial mediante la publicación de materiales, la realización de evaluaciones o exámenes, foros de discusión y otras herramientas. Sin embargo, la información que proporcionan estas herramientas es muy formal y académica, y hay otros aspectos menos formales que no son gestionados tales como el acceso a apuntes de las asignaturas, exámenes resueltos, o la disponibilidad de una red social donde se puedan comunicar los estudiantes de una misma facultad. En este artículo se presenta una herramienta que ha sido implementada para cubrir esta necesidad de gestionar información menos académica de una universidad con el objetivo de facilitar la integración del estudiante.

**Palabras clave:** Gestión de la información, universidad, estudiantes, facultades

## 1. Introducción

El acceso de los estudiantes universitarios a determinadas informaciones es básico en muchas ocasiones para poder realizar satisfactoriamente sus estudios. Por ejemplo, poder disponer de apuntes de las asignaturas realizados por otros estudiantes de años anteriores, el acceso a enunciados y soluciones de exámenes y problemas, o conocer la realización de determinados eventos llevados a cabo en la universidad tales como talleres o seminarios. En general, la mayoría de las universidades ofrecen a los estudiantes mecanismos de acceso a algunas de estas informaciones a través de sus páginas web, de los campus virtuales o de aplicaciones para móviles. Sin embargo, estos medios tienen un carácter institucional y no pueden ser configurados ni gestionados por los propios estudiantes. Son creados y gestionados por la propia universidad. Esto plantea algunos problemas, dado que hay cierta información que solo conocen los estudiantes y que la propia universidad desconoce, de forma que a través

de los medios ofrecidos por la universidad no se poder acceder (por ejemplo, apuntes que han realizado estudiantes y que se comparten entre los conocidos). El acceso a esta información puede ser crítica y representar la diferencia entre aprobar o suspender una asignatura. Es por ello que disponer de una aplicación orientada hacia el estudiante, y cuyos contenidos sean mantenidos y generados por los propios estudiantes puede complementar a las herramientas oficiales ofrecidas por la universidad, dado que ofrecerá un camino fácil y sencillo para que los estudiantes puedan intercambiar información y comunicarse entre sí.

Existen antecedentes para implementar la idea propuesta. Así algunos educadores han utilizado Facebook como una plataforma donde extender las clases, y aprovechar los servicios que ofrece para compartir recursos y permitir la comunicación entre los estudiantes de un mismo grupo [1]. Otra propuesta en el mismo sentido ha sido el uso de mundos virtuales donde a los estudiantes se les asocia un avatar y se recrea virtualmente el mundo real, en particular las asignaturas de la realidad como por ejemplo el uso de la plataforma Second Life [2]. La red social Twitter también ha sido utilizada con fines educativos [3] con el objetivo de ofrecer un canal de comunicación rápido y con información muy sintetizada. Otras alternativas más clásicas es el uso de LMSs tales como Moodle, Blackboard[4], Google Classroom[5] o Edmodo [6] en los cuales se pueden crear foros para comunicación entre los estudiantes, e incluso la compartición limitada de recursos entre los integrantes de los mismos. Una última opción consiste en el uso de gestores de contenidos clásicos tales como  donde es posible la creación de comunidades de usuarios donde se puede tanto comunicarse como subir contenidos y compartirlos con el resto de usuarios.

Sin embargo, la principal limitación de todas las alternativas planteadas es la orientación de estas herramientas [8]. No están diseñadas pensando en ser una herramienta en la que el actor principal sea el estudiante y no el profesor o la institución de enseñanza [9]. En este artículo se plantea como propuesta una aplicación diseñada para  gestionar estudiantes asociados a titulaciones que se imparten en una facultad de una universidad ofreciendo servicios que permiten a los estudiantes compartir la información que deseen y comunicarse con otros compañeros de estudios. De esta forma se facilita que aquella información que normalmente gestionan los propios estudiantes [10] como apuntes, ejercicios resueltos, y otros, se pueda compartir con el resto de estudiantes de la misma titulación. Además se ofrece un mecanismo para facilitar la comunicación en base a anotaciones y una comunidad donde los estudiantes pueden intercambiar mensajes.

La estructura del artículo es la siguiente. En la sección 2 se describe la arquitectura de la aplicación.  A continuación, en la sección 3 se muestra el diseño e implementación de la misma. Y por último en la sección 4 se plantean un conjunto de conclusiones y líneas de trabajo futuro.

## 2. Arquitectura

La aplicación se ha implementado usando un patrón de diseño MVC (Model View Controller), el cual establece que el sistema estará formado por 3 elementos diferentes que interactúan entre sí: el modelo, la vista y el controlador. El objetivo de este patrón

es separar la lógica de la aplicación y el modelo de datos de la interface de usuario. En la Figura 1 se muestra esquemáticamente la arquitectura de la aplicación.

Con respecto al modelo de datos observar que éste se ha implementado utilizando una base de datos NoSQL de tipo documental MongoDB donde se han definido 11 colecciones para albergar los documentos que contienen la información gestionada por la aplicación: Usuarios, Buzón, Horario, Post, Notas, Facultad, titulación, curso, asignatura, archivo, y comentario.

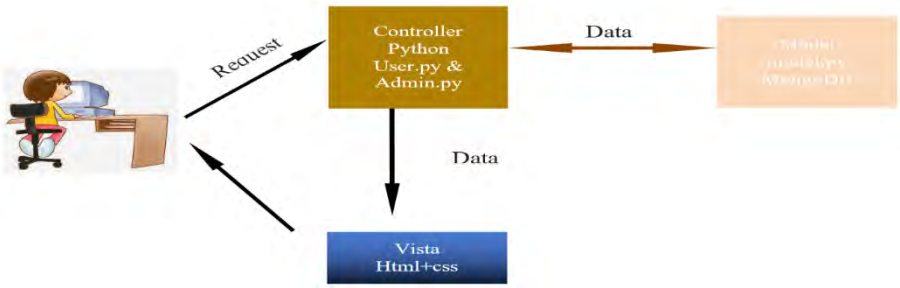



**Fig 1.** Arquitectura de la aplicación.

## 2.1. Diseño e implementación

En la aplicación se han considerado 2 tipos de usuarios diferentes para los que se han definido funcionalidades particulares:

- El administrador será el encargado de registrar y modificar toda la información relacionada con las facultades de la universidad, gestionar la admisión de nuevos usuarios, bloquear a usuarios, y validar que los recursos que se suben a la aplicación son correctos. En la figura 2 se muestra el diagrama de casos de uso del administrador donde se muestran las funciones asociadas al mismo.

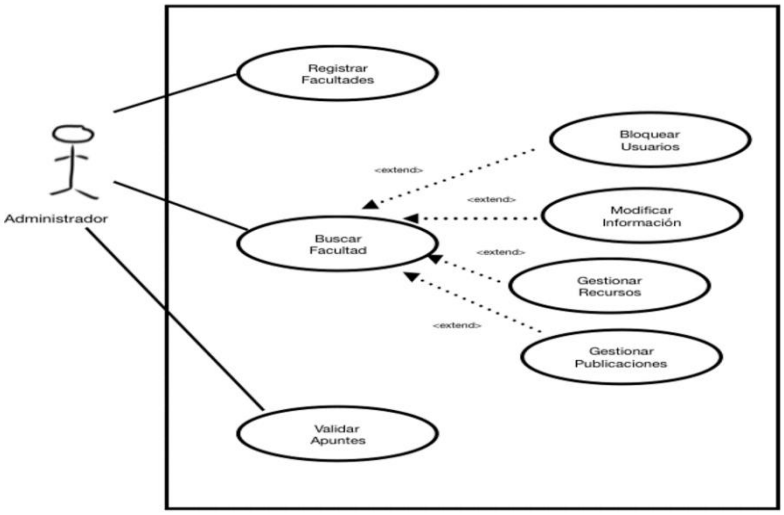



**Fig 2.** Diagrama de casos de uso asociado al administrador.

- El usuario se limitará a interactuar con la aplicación para acceder a la información gestionada por la misma. En la figura 3 se muestra el diagrama de casos de uso del usuario donde se muestran las funciones asociadas al mismo.

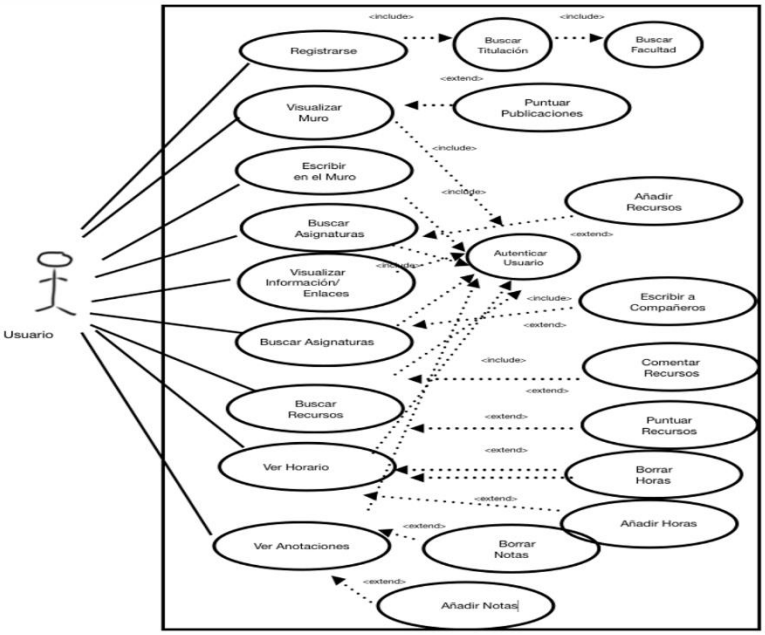



**Fig 3.** Diagrama de casos de uso asociado al usuario.

A continuación se van a describir las principales funcionalidades de cada tipo de actor. Cualquier usuario, con independencia del tipo que sea, para poder acceder a la funcionalidad de la aplicación deberá autenticarse ante el sistema introduciendo un usuario y un password en el formulario de autenticación que aparece en la página principal. Una vez autenticado se tiene acceso a la funcionalidad propia de cada tipo de usuario.

En el caso del actor de tipo administrador, accederá a un menú en el cual puede ejecutar alguna de las siguientes funciones (Figura 4):

- Agregar Facultad. Para dar de alta una nueva facultad se utiliza un formulario en el que se deben introducir el nombre de la facultad y el número de titulaciones ofertadas por la misma. A continuación, mediante un segundo formulario, el administrador introduce el nombre de cada una de las titulaciones y el número de cursos que tiene cada una de ellas. Y por último en un tercer formulario se indicarán el número de asignaturas de cada curso con el nombre de cada una de ellas.
- Modificar Facultad. Para acceder a esta función, el administrador debe seleccionar desde un formulario la facultad donde se quieren realizar alguna de las siguientes modificaciones: borrar la facultad seleccionada, agregar una nueva titulación a la facultad o acceder a una titulación registrada para modificar algo. En el primer caso, se accede a la titulación que se quiere eliminar y desde allí se realiza la eliminación de la misma. En el segundo caso se utiliza el mismo formulario de la opción de "Agregar Titulación". Por último las modificaciones de una titulación se refieren a

añadir cursos a una titulación y por tanto las asignaturas que conforman el curso. Así mismo se pueden eliminar o modificar cursos y/o asignaturas.

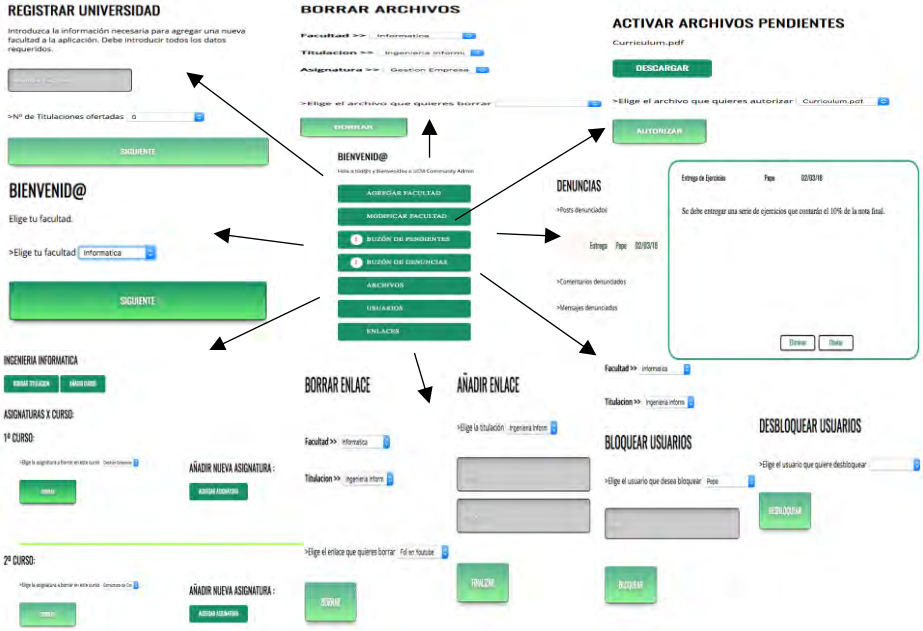



**Fig 4.** Figura con capturas de las diferentes opciones del administrador.

- Buzón de Pendientes. Cuando un usuario sube archivos al sistema, estos no se publican directamente hasta que el administrador los ha revisado y entonces autoriza su difusión en la web. En este sentido, desde esta opción se realiza la autorización para publicar los archivos subidos por los usuarios.
- Buzón de denuncias. Mediante esta opción se gestionan las denuncias que realizan los usuarios sobre usos no adecuados de la herramienta. Las mismas se clasifican en tres tipos: posts, comentarios, y mensajes. De esta forma el administrador resuelve las denuncias accediendo a los recursos asociadas a la misma, revisa lo denunciado, y decide si elimina el recurso o bien archiva la denuncia.
- Archivos. Mediante esta opción, el administrador puede borrar archivos que se encuentran en el sistema. Para ello utiliza un formulario en el que selecciona el nombre de una facultad, una titulación y una asignatura, lo que le da acceso a todos los archivos publicados de acuerdo a los criterios indicados. A continuación, basta seleccionar el archivo o archivos que se desean borrar.
- Usuarios. Mediante esta opción es posible bloquear y desbloquear usuarios utilizando un formulario en el que se elige una facultad y una titulación. A continuación se puede seleccionar un usuario ya existente para bloquearlo para lo cual también se deberá indicar la fecha hasta la cual se bloquea al usuario. Esta opción se ha implementado con el objetivo de penalizar a aquellos usuarios que han infringido alguna norma de convivencia tal como escribir comentarios ofensivos o subir archivos que no tienen nada que ver las asignaturas. De la misma forma se puede desbloquear a un usuario que previamente hubiera sido bloqueado.

- Enlaces. Mediante esta opción se pueden añadir y eliminar enlaces asociadas a una titulación determinada utilizando un formulario en el que se selecciona la titulación y se introduce la dirección url del enlace.

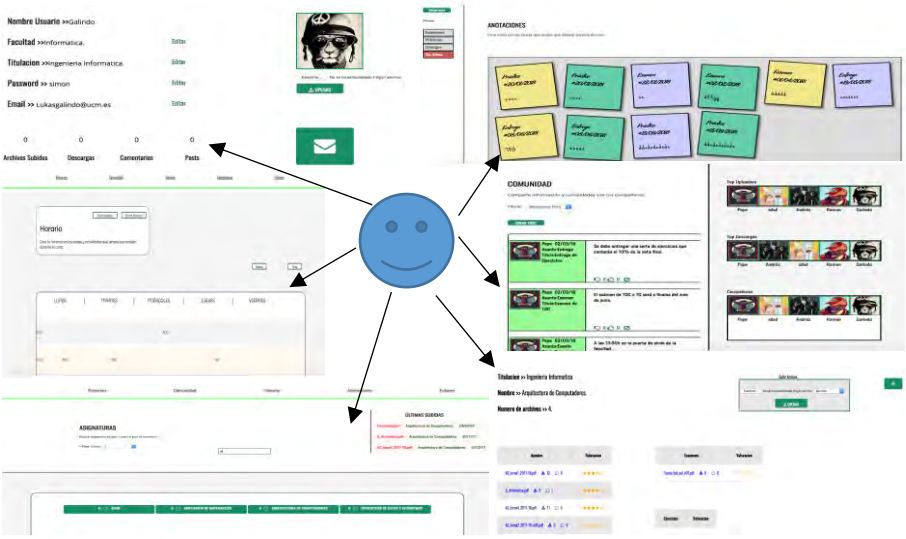



**Fig 5.** Figura con capturas de las diferentes opciones del usuario.

En el caso del actor de tipo usuario, accederá a un menú en el cual puede ejecutar alguna de las siguientes funciones (Figura 5):

- Perfil. Mediante esta opción se puede realizar operaciones de gestión de la información personal del usuario tales como ver todas las estadísticas del usuario, acceder al buzón personal o cambiar parte de la información personal suministrada por el usuario.
- Búsqueda de asignaturas. El usuario dispone de un buscador de asignaturas donde puede buscar una asignatura por el nombre de la asignatura o bien por el curso al que pertenece la asignatura. En este último caso, se le muestra un desplegable desde el cual puede seleccionable con todos los cursos en que se divide la titulación en la que está matriculado el usuario. Como resultado de la búsqueda se muestran las asignaturas junto al número de archivos asociados a cada asignatura. Así mismo, el buscador dispone de una sección donde se muestran los últimos archivos subidos a cada asignatura de dicha titulación.
- Ver Asignatura. Cuando se selecciona una asignatura de los resultados de una búsqueda, entonces se accede a una pantalla que muestra todos los archivos vinculados con la asignatura, y organizados en 3 categorías: apuntes, exámenes y ejercicios. Además el usuario desde esta pantalla puede subir nuevos archivos navegando por el sistema de archivos y asociando a cada nuevo archivo la categoría donde se le quiere asociar. Para acceder a un archivo concreto, basta pulsar sobre el mismo, de manera que se desplegará una página con información sobre el mismo (nombre del archivo, número de descargas, fecha de creación, puntuación por parte de los usuarios, nombre y avatar del usuario responsable) y donde se pueden llevar a

cabo varias acciones: descargar el archivo, puntuar el archivo mediante estrellas o añadir comentarios. Para esta última opción, se despliega un formulario en el que introducirá el título y contenido del comentario. Desde esta misma sección de comentarios se puede visualizar todos los comentarios que han realizado otros usuarios sobre el archivo ordenados por fecha de creación. En cada comentario, se muestra información acerca del mismo y del autor. Por último, observar que desde cada archivo o comentario, es posible acceder a la información del autor del mismo, pulsando sobre un icono que lo representa.

- Horario. Mediante esta opción, el usuario accede a un horario donde puede visualizar la planificación de las asignaturas en las que se encuentra matriculado. Visualmente, el horario está dividido en mañana y tarde, y cada periodo a su vez se divide en días y horas. Las filas del horario son de colores alternos con el objetivo de diferenciarlas y que sea claro su visualización. Desde esta opción, el usuario puede tanto eliminar una asignatura como añadir una nueva indicando el horario y día en que se imparten.
- Notas. En la aplicación existe un muro en el que los usuarios pueden realizar anotaciones que comparte con el resto de usuarios. Cada nota es de un color diferente, y su contenido consta de una descripción, una fecha y un asunto. Se puede acceder a las notas que se encuentran en el muro pulsando sobre ellas, y también es posible eliminar las notas publicadas. Además es posible filtrar las notas usando el campo de información del asunto (exámenes, prácticas o entregas).
- Comunidad. Se trata de un sistema de foros asíncrono donde los usuarios pueden añadir posts sobre la titulación en la que están matriculados. Estas entradas se muestran de forma descendente, y se pueden filtrar por el asunto. Así mismo, desde esta sección se puede acceder a un ranking donde se muestra el top sobre las descargas realizadas y los archivos subidos. También se muestran todos los usuarios de la aplicación.

## 3. Conclusiones y trabajo futuro

En este trabajo se ha presentado una aplicación web orientada hacia los estudiantes de titulaciones que se imparten en las facultades de una universidad. En este sentido, se ofrece al estudiante varios servicios: acceso a recursos educativos, una red social, y un sistema de gestión del trabajo. La aplicación permite a un usuario compartir recursos con el resto de usuarios. Los recursos se organizan en base a tres categorías diferentes: exámenes, apuntes y prácticas, y es posible acceder a los mismos para descargarlos, valorarlos o insertar comentarios asociados a los mismos. Por otra parte la aplicación ofrece al usuario dos herramientas de facilitan la socialización: la comunidad y el muro de anotaciones. La comunidad es un foro donde cualquier usuario puede añadir entradas y compartirlas con el resto de usuarios o contestar a las mismas. Y el muro de anotaciones es un lugar donde los usuarios pueden ir añadiendo notas sobre eventos o informaciones que pueden ser interesantes para otros usuarios. Sin embargo, el muro es unidireccional, de forma que no se puede responder a ninguna anotación. Por último existe una figura del administrador que se encarga de gestionar toda la información del sistema. En particular desempeña un rol de moderador en los contenidos que se publican velando porque sean legales.

Con respecto a las líneas de trabajo futuro se tienen las siguientes:

- Internacionalizar la aplicación, facilitando al usuario que pueda elegir la interface de usuario en idiomas diferentes al castellano.
- Implementar un buscador de recursos que utilice las etiquetas que se asocian a los archivos que se suben a la aplicación.
- Conectar la aplicación con redes sociales tales como Twitter o Facebook.
- Facilitar la inserción de otros recursos tales como video o sonido.

## Referencias


1. O'Bannon, B. W., Beard, J. L., & Britt, V. G. (2013). Using a Facebook group as an educational tool: Effects on student achievement. Computers in the Schools, 30(3), 229-247.
2. Baker, S. C., Wentz, R. K., & Woods, M. M. (2009). Using virtual worlds in education: Second Life® as an educational tool. Teaching of Psychology, 36(1), 59-64.
3. Luo, T., Shah, S. J., & Cromptom, H. (2019). Using Twitter to support reflective learning in an asynchronous online course. *Australasian Journal of Educational Technology*, *35*(3).
4. Al Amoush, A. B., & Sandhu, K. (2019). LMS Tools and Data Analysis Approaches: Similarities and Differences. In *Educational and Social Dimensions of Digital Transformation in Organizations* (pp. 65-76). IGI Global.
5. Al-Maroof, R. A. S., & Al-Emran, M. (2018). Students Acceptance of Google Classroom: An Exploratory Study using PLS-SEM Approach. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 13(6).
6. Prakash, R., Kiran, N. P. K. D. U., & Naidu, T. P. L. (2018). Evaluating Edmodo as a One on One Educational Tool in Helping to Enhance Academic Performance: An Intervention Study.
7. Mandal, S. (2018). Designing and developing digital content management system through open source software and standards. *Parameters*, *4*(1), 1-14.
8. Alfaki, I. M. (2018). Towards a digital world: Using social networks to promote learner's language.
9. Chin, C. K., Munip, H., Miyadera, R., Thoe, N. K., Ch'ng, Y. S., & Promsing, N. (2019). Promoting education for Sustainable development in teacher education integrating blended learning and digital tools: An evaluation with exemplary cases. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *15*, 1.
10. Falcão, T. P., e Peres, F. M. D. A., de Morais, D. C. S., & da Silva Oliveira, G. (2018). Participatory methodologies to promote student engagement in the development of educational digital games. *Computers & Education*, *116*, 161-175.

# Fundamento Teórico para el Ecosistema de educación virtual en básica primaria, básica secundaria y media académica del colegio Unicab Virtual de Colombia

Juan Sebastián Suarez Carrasquilla[1], Johana Monroy Mongua[1], Sergio Andrés Cadena[1], Olga Stella Hurtado Rodríguez[1]

[1]Grupo de Investigación GIU del Colegio Virtual Unicab de Colombia

p.social@unicab.org, tecnologicoprimaria@unicab.org, sergio.cadena@unicab.org, olgastella.bioetico@unicab.org

**Resumen.** El presente trabajo señala *las bases teóricas de desempeño del Colegio Virtual Unicab de Colombia como alternativa educativa*, implementadas a partir de una revisión exhaustiva de diversas fuentes, textos y citas a nivel internacional, regional y local. El Colegio Virtual Unicab está considerado como referente de la educación virtual para educación básica primaria, básica secundaria y media académica en Colombia. Desde 2017 ha venido fortaleciendo su área de investigación para dar soporte al Modelo Pedagógico de la institución mediado por TIC, orientado por maestros mediadores y orientadores del conocimiento que estudian, investigan y acompañan los procesos de enseñanza aprendizaje para responder a las exigencias de la educación del siglo XXI.

**Palabras clave:** Educación virtual, Modelo pedagógico, Educación, pedagogía, currículo, escuela, Diseño instruccional, conectividad, Ambiente Virtual de Aprendizaje, Familia, alternativa educativa, necesidades educativas, contexto educativo.

## 1. Introducción

El Colegio Virtual Unicab es una Institución de Educación colombiana, sin ánimo de lucro, que desarrolla desde 2008 un proyecto de educación con un modelo educativo innovador denominado “Ecosistema de

Educación Virtual Unicab", para atender la educación básica primaria, básica secundaria y media académica. A través de la investigación, desarrolla procesos de educación formal virtual para estudiantes deportistas de alto rendimiento, artistas, investigadores, niñas, niños y jóvenes con diferentes talentos y familias con necesidades educativas particulares que consideran la educación virtual como una alternativa educativa.

El objetivo del presente trabajo es presentar un resumen de los aportes teóricos definidos por el Colegio Virtual Unicab para la creación e implementación de su Modelo Pedagógico como factor diferenciador en Educación Básica y Media en la modalidad de Educación Virtual en Colombia. A partir del año 2017 Unicab inició un proceso de fortalecimiento de su Modelo Pedagógico, inspirado en teorías e investigaciones de autores contemporáneos, psicólogos, pedagogos, neurocientíficos, diseñadores, entre quienes se puede mencionar a Emmanuel Mounier, Jean Piaget, Liev Semionovich Vygotski, Manfred Maxneef, Howard Gardner, Rodolfo LLinás, Paul Freire, Sir Ken Robinson, George Siemens, John Dewey, Reuven Feuristein, Dann Coyle, entre otros, dando como resultado un modelo consolidado con una pedagogía virtual basada en el E- learning mediada por TIC.

## 1. Fundamento teórico para el Ecosistema de Educación Virtual de Unicab

### 2.1. Educación desde la pedagogía, el currículo y la escuela

Pensar la educación virtual como un proceso de enseñanza aprendizaje que se convierta en una alternativa educativa que supla las necesidades educativas del siglo XXI, constituye para el Colegio Virtual Unicab de Colombia un reto importante en la formación de los sujetos y grupos sociales contemporáneos y por lo tanto, genera constante reflexión sobre el sustento teórico sobre el cual se fundamenta, partiendo

de entender la educación como una herramienta que posibilita el desarrollo coordinado de todos los conocimientos del constructo social.

La educación, entendida y retomando lo que Marcelo Krichesky (2006) establece, es un proceso práctico que permite la interacción entre la escuela y la sociedad, a partir del ejercicio investigativo que relaciona empirismo y racionalismo para construir paradigmas que permitan entender la realidad en la que se vive.

Para poder conceptualizar y entender la complejidad del concepto de educación, es obligatorio tener en cuenta el fundamento teórico de *pedagogía, currículo y escuela*, de manera que la educación se convierta en el inicio teórico conceptual de cualquier proceso colectivo o individual que busque la consecución de experiencias y conocimientos para un mejor vivir.

En este sentido, surge la *pedagogía* como ese ejercicio práctico facilitador que lleva como resultado el conocimiento adquirido por medio de los procesos educativos. Para su entendimiento, se deben aclarar cuatro elementos puntuales que permiten su aseveración teórica, desde lo expuesto por Julio Mateos (2014).

1. La pedagogía y el desarrollo de los procesos de enseñanza aprendizaje siempre van a estar en una discusión constructiva/destructiva entre la teoría y la práctica.
2. El proceso de reflexión de la realidad de los procesos de enseñanza aprendizaje debe ser una actividad cotidiana, permanente e irremplazable para poder teorizar la pedagogía.
3. La pedagogía siempre tendrá un resultado distinto para cada contexto de desarrollo de procesos de enseñanza aprendizaje.
4. La pedagogía debe ser entendida como arte y el arte entendido como practica real, con actores reales y en tiempos y espacios específicos que determinan el resultado.

Entonces, la pedagogía debe estar relacionada con el análisis crítico que se hace a manera de reflexión del desarrollo práctico (arte) de ejercicios de enseñanza aprendizaje en el contexto en el que se llevan a cabo. La pedagogía debe contar con una reflexión apropiada sobre

¿Qué?, ¿Cómo? y ¿Para qué enseñar? Reflexión que debe resultar en el entendimiento del currículo, Fernández, A. (1991).

### 2.2. Virtualidad desde el Diseño Instruccional, la Conectividad, los Ambientes Virtuales de Aprendizaje y el E -Learning

El uso de las tecnologías de la información y la comunicación en la educación, especialmente para el caso de la educación virtual, implica cambios en las metodologías para planeación de clases. Es así como el *diseño instruccional* aparece en la escena educativa del siglo XXI como un elemento protagonista dentro del ejercicio docente para el diseño de ambientes virtuales para el aprendizaje, Tarazona, J. (2012).

El *diseño instruccional* se puede entender como una herramienta metodológica basada en fases que permite analizar, planear, organizar, diseñar, construir, implementar y evaluar ambientes virtuales y materiales para el aprendizaje, de tal modo que el material que se diseñe cumpla con unos objetivos de aprendizaje.

Desde el enfoque del Colegio Virtual Unicab de Colombia, es de suma importancia entender que el modelo instruccional además de sus fases, tiene procesos y actividades. En razón a esto, el rol de un diseñador instruccional o Tutor Mediador de conocimiento, término que se ha adoptado en el Colegio Virtual Unicab, es el de gestionar proyectos relacionados con el diseño de ambientes virtuales para el aprendizaje, es decir, que el diseñador instruccional hace las veces de diseñador gráfico, diseñador de contenidos, diseñador de planes de área entre otros perfiles, para el desarrollo de recursos educativos y sus métodos de instrucción, teniendo en cuenta el *Conectivismo* como una nueva corriente de pensamiento que intenta explicar lo que implica aprender en la era de las tecnologías de la información y la comunicación, Siemens, G. (2004). En este sentido, es importante entender y explicar cómo en medio de una sociedad conectada por internet, lo importante que es para el aprendizaje desarrollar habilidades para reconocer los patrones dentro de un

ambiente desorganizado de enlaces y conexiones y desde allí organizar y crear nodos fuertes que permitan crear una red de conocimientos sólida, Zapata-Ros, M. (2015). En razón a esto, se explica que el aprendizaje no es un proceso único del individuo, sino que también es un proceso colectivo, que a su vez puede ser replicado por las tecnologías de la información y la comunicación, formando una sinergia entre individuos y organizaciones como organismos que aprenden en *Ambientes Virtuales de Aprendizaje AVA*, ambiente alojado en la web mediante un sistema de administración flexible, moldeable, interactivo, con herramientas sincrónicas y asincrónicas, destinado para el desarrollo de una intencionalidad pedagógica, así como para desarrollar comunidades o redes sociales de investigación, Moreira y Segura (2009).

### 2.3. Alternativa educativa desde Necesidad Educativa, la familia y Contexto educativo.

*Las necesidades de educación* en las familias, centradas en la educación de los niños, niñas y adolescentes, con destacado interés en estos tiempos modernos, son aquellas que requieren atención especial para permitir el fortalecimiento al acceso a fuentes de conocimiento en un mundo globalizado, para responder a los retos del entorno, Herrera y López (2017).

Hoy las familias requieren cubrir sus necesidades educativas para atender los requerimientos, intereses y personalidades de cada uno de sus hijos e hijas. Para las familias, la educación tiene que ir más allá que meros contenidos curriculares e incremento de horas que los niños, niñas, adolescentes y jóvenes tienen que dedicar a estudiar. En el Colegio Virtual Unicab de Colombia, se observa que muchas familias ven en la educación en casa un método que funciona y produce un desarrollo integral. De igual manera, para algunas familias la educación en el hogar como alternativa, lleva consigo la huida de un estilo de vida que se estaba volviendo estresante y que no se ajustaba a lo que ellos necesitaban, como es el caso de hijos deportistas, artistas, músicos o con talentos especiales. Muchas familias se sienten identificadas con la educación por fuera del sistema tradicional presencial para sus hijos, por una parte, para

intensificar las relaciones familiares, porque es un momento muy importante en la vida de sus hijos y es la oportunidad de compartir ese proceso con los mismos y, por otra parte, permite integrar el aprendizaje a cada momento y actividad familiar diaria.

Para las familias del Colegio Virtual Unicab, la educación no solo es posible en la presencialidad, al comprender que sus hijos e hijas son seres individuales y que necesitan huir de la estandarización de la escuela. Educar fuera del sistema tradicional presencial permite ajustar el ritmo, intereses y necesidades de cada niño o niña, crear o utilizar el método educativo que él mismo demande en un momento determinado.

## 2. La propuesta del Colegio Virtual Unicab: Un Modelo Pedagógico significativo y diferenciador

La educación del Colegio Virtual Unicab mediada por TIC, está orientada por maestros mediadores y orientadores del conocimiento, que estudian, investigan y acompañan los procesos de enseñanza aprendizaje, que hacen posible que los estudiantes y sus familias sean el centro del desarrollo del quehacer pedagógico. El Modelo Pedagógico del Ecosistema Unicab virtual, está basado en pedagogía constructivista, conceptual y problematizadora, donde directivos, administrativos y maestros mediadores del conocimiento a través de la tecnología y la virtualidad, trabajan sobre tres ejes fundamentales: Potencialización de las habilidades individuales de los estudiantes, desarrollo del pensamiento creativo del estudiante y fortalecimiento de principios y valores basados en la autonomía del estudiante, Basabe (2018).

El modelo curricular alternativo del Ecosistema del Colegio Virtual Unicab, al definir su contexto, tiene como esencia principios teóricos de la Pedagogía de la Liberación y la Pedagogía de la Esperanza López, J.(2008), pretende la intervención cultural y fomentar la construcción permanente de la memoria social y colectiva, por eso se llama ecosistema y por lo tanto la garantía de que como modelo curricular cumple de verdad con su intención: un proceso de enseñanza

aprendizaje transformador de paradigmas, preservador de la cultura y emancipador de ideas, constructor de identidad y moralidad de una sociedad, Echavarría, C. (2004).

Fruto del marco teórico analizado, aceptado y adoptado por Unicab, el Modelo pedagógico que se propone a la sociedad, corresponde con las características principales de un AVA: la interactividad, la comunicación y la disponibilidad en cualquier tiempo, para desarrollar una intencionalidad de aprendizaje, sustentado en el *eLearning* como una modalidad de formación de enseñanza-aprendizaje dirigida a individuos con necesidades colectivas e individuales, García, F. y col (2015). El Modelo Pedagógico de Unicab se desarrolla dentro de un ecosistema tecnológico integrado por: políticas, currículo, teorías de aprendizaje como el constructivismo, conectividad y cognitivismo, soporte tecnológico (hardware y software), factor humano donde el Tutor Mediador es clave y puede marcar la diferencia pues permite una relación más fluida entendiendo que el estudiante no puede ser pasivo ni el maestro autoritario, modalidades de comunicación y métodos, todos estos elementos relacionados y en permanente interacción como una unidad funcional encaminados a un aprendizaje de calidad.

Como reflexión permanente al interior de Unicab y para toda la comunidad, vale la pena preguntamos: **"¿Nos estamos formando para el siglo XXI?"**

## Referencias

Basabe, C. (2018). Modelamiento pedagógico de ambientes virtuales de aprendizaje (AVA). *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (44), 51-70.

Echavarría, C. (2003). La Escuela un escenario de formación y socialización para la construcción de identidad moral. Centro de estudios avanzados en Niñez y Juventud, alianza de la Universidad de Manizales y el CINDE.

Fernández, A. (1991). Las teorías del currículo. Sevillano ML. El currículo: fundamentación, diseño, desarrollo y evaluación. UNED. Madrid.

García-Peñalvo, F., y Pardo, A. (2015). Una revisión actualizada del concepto de eLearning. Decimo Aniversario. *Education in the Knowledge Society*, *16*(1), 119-144.

Herrera, Germán y López, M. (2017). Un estado de los estados del arte de familia en Colombia: el lugar de la familia y de las disciplinas. Revista Latinoamericana de Estudios de Familia. 9. 148-164. 10.17151/rlef.2017.9.10.

Krichesky, M. (2006). Escuela y comunidad: desafíos para inclusión educativa. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación. Buenos Aires, Argentina.

López, J. O. (2008). Paulo Freire y la pedagogía del oprimido. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, (10).
Mateos, M. (2014). Pedagogía: ¿Arte o ciencia? Un viejo debate inacabado. Utopía y Educación. Ensayos y estudios Salamanca: Fahren House.

Moreira, M. A., y Segura, J. A. (2009). E-learning: enseñar y aprender en espacios virtuales. *Tecnología educativa. La formación del profesorado en la era de Internet, Málaga, Aljibe*.

Siemens, G. (2004). Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital. Retrieved from http://clasicas.filos.unam.mx/files/2014/03/Conectivismo.pdf

Tarazona, J. E. (2012). Generalidades del diseño instruccional. *Inventum*, *7*(12), 37–41. https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.7.12.2012.37-41

Zapata-Ros, M. (2015). Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos. *Education in the Knowledge Society*, *16*. https://doi.org/10.14201/eks201516169102

# O estudo da ondulatória: A aprendizagem Baseada em Projetos com Recursos de Tecnologia da Informação e Comunicação em situações significativas.

Ramón Vieira Araujo[1]

[1]Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
CLN/Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brasil)
araujo.v.ramon@gmail.com

Ederson Staudt[1]

[1]Departamento Interdisciplinar
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brasil)
ederson.staudt@ufrgs.br

Karen Tauceda1

[1]PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brasil)
ktauceda@gmail.com

**Resumo.** Uma sequência didática foi proposta, visando amenizar as dificuldades dos estudantes no estudo de ondulatória, em especial o conceito de ondas sonoras em tubos abertos. Utilizaram-se metodologias ativas para a abordagem do tema, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e recursos de tecnologia da informação e comunicação (TIC) e, como referencial teórico didático, a Teoria dos Campos Conceituais (TCC), de Gèrard Vergnaud. Através dessa sequência didática, coube aos estudantes construírem um instrumento musical, e a partir dessa construção, apresentou-se situações de ensino e situações-problema, que promovessem observações e formulações de hipóteses. Estas explicitações, indicam os conhecimentos prévios dos mesmos, possibilitando a mediação do professor por meio do uso de meios digitais, applets de física e aplicativos para celular, visando promover a ressignificação destes conhecimentos. Os resultados obtidos evidenciam uma melhor compreensão dos estudantes sobre os conceitos de física relacionados à sequência didática proposta, , indicando então que esta sequência, apresenta potencial para tornar mais acessível à compreensão dos estudantes, conceitos de física que usualmente são tidos como difíceis.

**Palavras-chave:** Sequência didática – Física - Ondulatória - Campos conceituais- ABP ou TIC

# 1. Introdução

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e os recursos de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) foram utilizados para elaborar uma sequência didática, parte constituinte do produto educacional relativo ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física [1]. Visando o estudo de tópicos em ondulatória, principalmente, ondas sonoras em tubos abertos, tópico este, na experiência profissional do autor, considerado particularmente difícil pelos estudantes do ensino médio. A sequência didática consiste na consideração dos conceitos científicos de física, por meio da construção de um instrumento musical utilizando tubos de policloreto de polivinila (PVC), intermediado pelo uso de recursos digitais, para investigação dos conceitos abordados, como applets de física e aplicativos para celular.

Assim, procurou-se apresentar ao estudante um maior número de diferentes situações relacionadas ao assunto de acústica e ondulatória. Possibilitando ao estudante testar e explorar seus modelos explicativos e, dessa forma, proporcionar que, em diferentes contextos e situações, os campos conceituais possam ser reformulados ou enriquecidos.

A utilização desta gama de materiais e de abordagens busca disponibilizar para o professor, um projeto instigante e que mantenha acurácia científica, mesmo que de forma simplificada, visando o estudo com a profundidade que o ensino médio requer. Esta preocupação se fez presente para que fosse evitada a abordagem de forma reducionista e/ou distorcida do tema.

# 2. Aprendizagem baseada em projetos

A Aprendizagem Baseada em Projetos – ABP (Project-based Learning –PjBL) ressalta que o principal atributo é a construção coletiva do conhecimento interdisciplinar e centrada no estudante. Desse modo,

"A ABP é um método de ensino sistemático que engaja estudantes na aprendizagem de conhecimentos importantes e no desenvolvimento de competências do século 21, através de um processo estruturado de investigação influenciado pelo aluno com questões autênticas, produtos projetados cuidadosamente e tarefas de aprendizagem." [2].

A ABP "oferece aos alunos a oportunidade de aprender a trabalhar em grupo e a realizar tarefas comuns. Exige que os alunos monitorem seu próprio desempenho e as suas contribuições ao grupo" [3]. Paralelamente, a ABP proporciona situações onde os estudantes podem desenvolver habilidades que as aulas, realizadas de um modo mais convencional, não viabilizam, como por exemplo a capacidade de questionamento e solução de problemas [4]; a necessidade da comunicação e da cooperação entre o grupo [5]; bem como o desenvolvimento da argumentação, da reflexão crítica sobre os assuntos abordados e a visão sistêmica para a solução de problemas [6], também é possível destacar o caráter de interdisciplinaridade [7] da ABP.

Através da ABP os estudantes, são instigados a explorar um problema significativo do mundo real [8], e a procurar soluções, pois, geralmente é solicitado um resultado prático. Sendo esta uma das grandes possibilidades para que os estudantes interfiram,

interajam e desenvolvam soluções para o mundo fora da sala de aula [9], permitindo que os estudantes confrontem as questões e os problemas que consideram significativos, determinando como abordá-los e agindo cooperativamente em busca de soluções.

Desse modo, o professor oferece aos alunos o projeto como peça central da abordagem metodológica, diferentemente das abordagens mais tradicionais, onde o projeto acaba se tornando uma atividade elaborada após o estudo de determinado tema. O projeto passa então a assumir uma roupagem totalmente diferente: é a partir dele que são solicitadas necessidades para gerar os conceitos, os quais se pretende aprofundar, o que assumimos aqui como sendo a definição de tema gerador.

## 3. Teoria dos campos conceituais

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC), formalmente designada assim por Gérard Vergnaud, em 1990, possui ascendência nas pesquisas do autor na área da matemática, especificamente na aprendizagem das estruturas aditivas e multiplicativas. Mas a TCC não se restringe apenas ao campo da matemática, tendo importante papel quando oferece novas ideias sobre o desenvolvimento cognitivo, adotando como fundamental a análise da complexidade própria de cada conteúdo.

Vergnaud [10] destaca:

"A ideia principal de TCC considera uma visão do processo cognitivo em termo de formação de conceito, em relação uns com os outros. Esta relação ocorre de duas maneiras: primeiro porque há filiações e a seguir porque formam sistemas. Há filiações porque essencialmente há continuidade no processo cognitivo, mas há também rupturas. Por isso, a TCC, é um meio para analisar filiações e rupturas, durante um longo período de tempo."

## 4. Metodologia

Neste projeto foi abordada a construção de instrumentos em PVC, como um eixo estrutural do estudo de acústica. Os instrumentos construídos inspirados no estudo de ondas em tubos abertos, foram inteiramente pensados e executados pelos estudantes.

A execução e montagem, baseou-se na teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud, utilizando as metodologias ativas supracitadas. A utilização de recursos digitais como applets e aplicativos para celulares na construção, significação e ressignificação dos conceitos estudados.

## 5. Relato

Inicialmente os estudantes do segundo ano do ensino médio durante a aula da disciplina de física, com duração de cinquenta minutos, foram convidados a construir um instrumento musical. Esta construção, diferentemente de uma aula de música, onde,

possivelmente, o foco seria o instrumento em si. Na aula de física é a compreensão dos conceitos necessários para o entendimento dos fenômenos naturais responsáveis pelo surgimento das ondas sonoras, ou seja, que o empreendimento dos esforços seria no sentido de buscar a compreensão acerca de tópicos do estudo da acústica.

Ao nomearmos a proposta como sendo uma sequência didática, foi necessário explicitar que, naquele momento, os estudantes utilizariam uma metodologia denominada de ABP e que seriam os protagonistas de sua aprendizagem, se afastando das aulas pensadas de modo mais tradicional (meramente expositivo, com quadro e giz/livro didático). Inicialmente foi construído um pequeno mapa mental do projeto, de forma colaborativa com os estudantes, utilizando a plataforma Lucidchart Nesta plataforma, o professor foi instigando os estudantes a relacionarem os conceitos físicos desde o estudo da mecânica até o estudo da acústica.

Em seguida, os estudantes responderam ao questionário, elaborado na plataforma Google Forms, para levantamento das concepções prévias, permitindo ao professor uma visão geral das carências conceituais dos estudantes, o que permitiu a elaboração dos próximos passos do projeto visando sanar tais carências.

Logo após, foi apresentado o vídeo *Can you hear this?*[1], fomentando o diálogo, a exploração de ideias e concepções dos estudantes sobre os assuntos abordados no vídeo.

Durante esta discussão foram trazidas situações como por exemplo a exploração do *applet "Standing Wave Maker Interactive"* onde os estudantes tiveram um momento expositivo dialogado. Neste instante procurou-se extrair da observação, bem como dos questionamentos e discussões precedentes, novas situações que levassem a obtenção de um tal comprimento ($l$) de um tubo aberto em função do harmônico fundamental.

A possibilidade de explorarmos o conceito de "nó" e "antinó", perceptíveis visualmente no *applet*, fomentou a ideia de que os instrumentos musicais de tubos abertos, possuem um conjunto de frequências naturais, nas quais o ar, em seu interior, vibra quando uma perturbação, devido a variações locais de pressão, é introduzida em uma das extremidades. Essas frequências naturais são conhecidas como as harmônicas do instrumento; cada harmônico está associado a um padrão de ondas estacionárias. Nesse sentido o termo "padrão de ondas estacionárias" servirá de base para a formalização matemática e, como consequência, quando a equação matemática for apresentada aos alunos, os termos que a compõe podem ser verificados por medida/observação direta no instrumento construído.

Nas etapas subsequentes procedeu-se a construção física do instrumento, organizado como um xilofone. Para que os estudantes executassem ajustes quanto a afinação do instrumento, foi utilizado um aplicativo para smartphone chamado *DaTuner*. Em seguida, os estudantes foram convidados a executarem uma visita guiada pela internet através de *sites* previamente selecionados pelo professor. Esta visita, na literatura é denominada de Webquest. Para Dodge[11], por exemplo,

"O objetivo instrucional de um WebQuest de curta duração é a aquisição e integração do conhecimento [...]. Ao final de uma WebQuest de curto prazo, um estudante estará envolvido com uma quantidade significativa de novas informações às quais dará sentido. Uma WebQuest de curto prazo é projetada para ser completada no período de uma a três aulas."

[1] https://www.youtube.com/watch?v=7_SXyQRWYZ0

De modo paralelo a esta visita uma série de atividades foi elaborada para que, de forma autônoma, as informações fossem recolhidas dos *sites*, pensadas pelos estudantes, e transformadas em respostas que agregariam as novas informações, que por estarem sendo explicitadas através de situações problema significativas, indicam ressignificação das concepções prévias, após todas as explorações e construções conceituais propostas na sequência didática.

## 6. Respostas nas situações problema

Na tentativa de estabelecer elementos relacionados a aprendizagem dos estudantes, acerca dos conteúdos trabalhados durante a execução da sequência, foi aplicado posteriormente à sequência, um questionário com cinco questões. A análise das respostas dos estudantes, bem como a comparação entre os acertos anteriores e posteriores à aplicação da sequência, se fez de forma direta. Buscando traçar relação entre conceitos que foram expressos de maneira cientificamente aceitável anteriormente e seu paralelo conceitual com questões que suscitam os conceitos trabalhados durante a sequência didática. Abaixo relacionamos o percentual de acertos, traçados entre as questões do questionário de levantamento das concepções prévias dos estudantes, com as questões de investigação, que expressam a mesma base conceitual para a construção de uma resposta cientificamente aceitável.

O objetivo das três primeiras questões do questionário de investigação pós aplicação, é perceber a compreensão dos estudantes quanto a identificação dos componentes básicos de uma onda, do comprimento de onda, bem como a habilidade para calculá-lo dado um padrão de onda e seu comprimento. A primeira questão "Determine o número de cristas e vales e o número de ondas exibidas no padrão de onda transversal mostrado abaixo", obteve uma margem de 95,8% de acertos dos estudantes participantes. Quanto a determinação do número de cristas e vales, percebe-se nos 4,2% de estudantes que não obteve êxito na questão, foi relacionado à confusão entre os conceitos de cristas e vales.

Do mesmo modo, na segunda questão "Identifique as compressões e as rarefações nos seguintes padrões de onda longitudinais.", os estudantes obtiveram uma margem de 97,9% de êxito na resposta, sendo que apenas um estudante não respondeu a questão.

A terceira questão, de caráter um pouco mais matemático, tem como objetivo analisar a compreensão do estudante quanto a capacidade de solução matematizada do problema. Para tal, o estudante dispõe tanto do recurso escrito quanto imagético como referencial para elaborar a solução. Nesta questão o índice de acerto foi de 91,6%. Quatro estudantes não lograram êxito na busca pela resposta correta. Indagados, dois dos estudantes trouxeram como argumento a "falta de dados, pois sem a velocidade e a frequência não seria possível calcular o comprimento de onda". Com isto pode-se inferir o engessamento deste estudante quanto à fórmula matemática "$v = \lambda f$", mas também a não compreensão do enunciado, tendo em vista que não exige, a priori, a necessidade do uso da velocidade e/ou frequência na conclusão do exercício

Nesta comparação, podemos perceber que os estudantes demonstram uma melhor compreensão dos conceitos quanto à identificação das características de uma onda. É possível inferir que os estudantes compreendem os componentes básicos de uma onda

por exemplo, quando explicitaram conhecimentos sobre a relação entre o comprimento do tubo e a nota musical que se procurava estabelecer, bem como refinaram a habilidade de manipular matematicamente os conceitos.

Nas questões quatro e cinco foca-se na compreensão de como um padrão de onda é afetado por mudanças nas propriedades de uma onda (como frequência e velocidade). Na quarta questão, os estudantes são apresentados a um padrão de onda com um determinado comprimento de onda e amplitude. Eles devem então, identificar entre três opções, o padrão de onda que contém as características do comprimento de onda e amplitude alteradas conforme o enunciado.

O índice de acerto dessa questão ficou em 83,3% o que representa um número elevado de estudantes que obtiveram êxito na identificação das características solicitadas.

Na quinta questão, os estudantes de forma análoga à quarta, são novamente apresentados a um padrão de onda. Pede-se então que os estudantes identifiquem entre três opções aquele que resultaria das alterações para que o padrão inicial tivesse, duas vezes a frequência, mas ainda movendo-se com a mesma velocidade. Nesta questão, o índice de acerto ficou muito próximo ao anterior com 81,2%. Isto pode ser utilizado como um indício da compreensão dos estudantes na diferenciação das características da ondulatória.

## 7. Considerações finais

Proporcionar ao estudante o papel de protagonista, apresentando-o a situações de ensino que o tornem agente ativo no processo de aprender, é o que evidencia-se ser fundamental para que conceitos de física passem a ser aprendidos e, principalmente, compreendidos de forma significativa. Diferentemente do que se percebe atualmente, onde os conceitos e a matematização dos problemas são repetidos pelos estudantes de forma mecânica, visando somente a aprovação.

Urge a necessidade da utilização de metodologias que promovam a autonomia do estudante, visando uma formação de caráter mais amplo e dinâmico, em consonância com o desenvolvimento de habilidades que maximizem as potencialidades do estudante. Potencialidades estas que vão desde a análise de fenômenos até a proposição de soluções para situações-problema que enfrentarão.

É neste aspecto que se propõe fomentar, através desta sequência didática que utiliza a aprendizagem baseada em projetos e as TICs como metodologias condutoras, a motivação dos estudantes para resolver de forma diligente as situações-problema que enfrentarão ao longo da jornada acadêmica e nas suas vivências do cotidiano,–e a capacidade de elaborar argumentações consistentes, munidos dos conhecimentos que possui, sobre os conceitos e fenômenos enfrentados. Percebeu-se durante a aplicação da sequência didática que resultou em uma dissertação de mestrado, maior motivação dos estudantes frente as situações-problema apresentadas, tanto em função da vontade de explicar os fenômenos observados com os conhecimentos prévios já consolidados até o momento, bem como a desacomodação causada pela perda do papel passivo na sala de aula, aspecto este que foi fundamental para o andamento da sequência didática pensada.

Portanto, é possível afirmar que a sequência didática apresentou resultados que indicaram estratégias didáticas facilitadoras das aprendizagens dos conceitos de física desenvolvidos, reconhecendo a importância da utilização da abordagem de trabalho através de uma sequência didática, utilizando a aprendizagem baseada em projetos e TICs, como condutores das dinâmicas em sala de aula, visando proporcionar ao professor e aos estudantes processos que permitam aperfeiçoar propostas de aprendizagem.

## 8. Referências


1. Araujo, Ramon (2019), Dissertação de Mestrado, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, UFRGS.
2. Boss, S.; Larmer, J.; Mergendoller, John R.; PBL for 21ST Century Success. Buck Institute for Education (BIE). 2013.
3. Markham, T.; Larmer, J.; Ravitz, J. (Org.). Aprendizagem Baseada em Projetos: guia para professores de ensino fundamental e médio. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 200 p. Tradução Daniel Bueno.
4. Blumenfeld, P. C. et al. Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. Educational Psychologist, v. 26, n. 3, p. 369–398, 1991.
5. Barron, B. J. S. et al. Doing With Understanding: Lessons From Research on Problem and Project-Based Learning. The Journal of the Learning Sciences, v., n. 3, p. 271–311, 1998.
6. Seidel, S.; Aryeh, L. Project-Based and Experiential Learning in After- School Programming. 2002.
7. Andersen, A. S.; Heilesen, S. B. The Roskilde Model : Problem-Oriented Learning and Project Work. [s.l.] Springer International Publishing Switzerland, 2015.
8. Larmer, J.; Ross, D.; Mergendoller, J. R. Pbl starter kit: To-the-point advice, tools and tips for your first project in middle or high school. [s.l.] Buck Institute for Education, 2009.
9. Cook, R.; Weaving, H.; Gordon, J. Key competence development in school: education in Europe: KeyCoNet's review of the literature: a summary. Bruxelas, Bélgica, 2012. Disponível em: <http://keyconet. eun.org/c/document_library/get_file ?uuid=3a7a093c-4c8f-473c-8702-f38ed86bb730&groupId=11028>, Acesso em 25 de junho de 2018.
10. Vergnaud, G. A didática é uma provocação: ela é um desafio. In: GROSSI, E. P. (Org.). Piaget e Vygotsky em Gérard Vergnaud: Teoria dos Campos Conceituais TCC. Coleção Campos Conceituais. Porto Alegre: GEEMPA. 2017
11. Dodge, B. Algumas ideias sobre WebQuests. San Diego State University. Tradução e adaptação: Simão Pedro P. Marinho, 1999

# Enseñanza de Ciencias Morfológicas mediada por Realidad Aumentada: cuando la incorporación de TIC a las aulas va más allá de un mero cambio de formato.

Ana Fabro[1]; Mariana Cabagna[1]

[1]Cátedra de Morfología Normal. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe (Argentina)
anapfabro@hotmail.com

**Resumen.** El trabajo presenta una investigación del tipo estudio de caso para la enseñanza de las Ciencias Morfológicas. Con el fin de superar algunas de las problemáticas de las modalidades tradicionales de enseñanza, se implementó en el cursado de la asignatura durante el año 2019, una experiencia de aprendizaje activo presencial complementada con un ecosistema tecnológico. La misma consiste en observar y analizar las características microscópicas de tejidos y órganos mediante plasma LCD e incorporar mediante los smartphones de los estudiantes y docentes aplicaciones de anatomía e histología mediante Realidad Aumentada. Como resultados de la investigación se observa que la propuesta puesta en práctica contribuye a transformar la enseñanza, más allá de la mera innovación de los soportes tecnológicos. Podemos concluir que la propuesta presencial complementada con un ecosistema tecnológico, en el marco de un modelo pedagógico conectivista-constructivista posibilita el desarrollo de procesos de comprensión y ubicación espacial macro y microscópicos de órganos y tejidos.

**Palabras clave:** Enseñanza. Ciencias Morfológicas. Realidad aumentada.

## 1. Introducción

**1.a) Nuevos flujos de la información en la era digital:**
En la actualidad, el uso de tecnologías de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) tiende a la personalización y a la adaptabilidad. En el ámbito educativo, los ecosistemas de aprendizaje se posicionan como una solución tecnológica capaz de proporcionar entornos de aprendizaje que evolucionen con el tiempo a medida que cambian las necesidades de sus usuarios o surjan nuevas herramientas para la gestión del conocimiento. El ecosistema deberá ser capaz de soportar el incremento de la complejidad interna para ofrecer de forma transparente más funcionalidad y sencillez a los usuarios. Además, en un ecosistema tecnológico, los componentes son heterogéneos, de tal forma que pueden estar desarrollados en diferentes lenguajes y tener requisitos diferentes para su correcto funcionamiento.

La metáfora de ecosistema tecnológico proviene del mundo de la biología y en los últimos años se ha transferido a otros ámbitos para representar mejor el componente evolutivo de las relaciones que tienen lugar en contextos sociales y económicos, entre otros (García Peñalvo y García Holgado, 2018). Existe un gran número de definiciones de ecosistema natural, pero todas hacen referencia a tres elementos principales: los organismos o factores bióticos; las relaciones entre los organismos; y el medio físico o factores abióticos. La definición de ecosistema tecnológico propuesta por García Holgado y García Peñalvo (2013) extrapola estos elementos al ámbito de la tecnología de tal forma que los componentes software y las personas que constituyen el ecosistema tecnológico se corresponden con los factores bióticos; los flujos de información representan o establecen las relaciones entre los organismos; y los factores abióticos son los elementos que permiten el funcionamiento del ecosistema (hardwares, conexiones de red, etc.).

De esta forma, un ecosistema tecnológico es un conjunto de usuarios y componentes software que se relacionan entre sí mediante flujos de información en un medio físico que proporciona el soporte para dichos flujos.

**1.b) Ecosistemas tecnológicos para la enseñanza de Ciencias Morfológicas:**

El estudio de las Ciencias Morfológicas en carreras afines a la salud humana tiene por objetivos comprender la estructura macroscópica y microscópica de los distintos tejidos, órganos y sistemas del cuerpo humano, y la relación estructural y funcional que los caracteriza. Para conseguir este objetivo, los alumnos tienen que ser capaces de identificar e interpretar las diferentes imágenes anatómicas e histológicas de los órganos y tejidos humanos. Alcanzar estas competencias requiere de mucho tiempo y esfuerzo por parte de los alumnos, pues a la dificultad de la interpretación de los órganos humanos desde imágenes generalmente dimensionales y extrapolarlas a cuerpos tridimensionales y a la identificación y comprensión de las características histológicas de los más de doscientos tipos celulares que componen nuestro organismo, se añade el conocimiento de la técnica histológica y el manejo del microscopio que requieren para su estudio.

Tradicionalmente la enseñanza de las Ciencias Morfológicas se basó en la transmisión de contenidos a través clases magistrales mediante el uso de esquemas y fotografías de órganos humanos y microfotografías obtenidas por medio de la microscopía óptica y electrónica, complementados con la observación e interpretación de preparaciones histológicas en el laboratorio. Si bien estas metodologías de enseñanza han perdurado a través de los años, es necesario en la actualidad proponer nuevas herramientas para la enseñanza y los aprendizajes de las Ciencias Morfológicas (Fabro y col., 2014).

La investigación se realizó durante el desarrollo de las asignaturas Morfología Normal y Anatomía e Histología perteneciente a las carreras de Bioquímica y Licenciatura en Nutrición respectivamente. En ellas se aborda el estudio de la morfología humana, es decir la Anatomía e Histología del organismo humano. Al iniciar el cursado, los alumnos se enfrentan a numerosas dificultades:

- Al llegar a la instancia de cursado inicial, la mayoría de los alumnos no ha desarrollado las competencias procedimentales básicas para la utilización del microscopio óptico.
- Si bien poseen conocimientos previos de biología general y celular, no están familiarizados con la terminología histológica y anatómica.

- Los estudiantes tienen dificultades para inferir la estructura tridimensional de un órgano o tejido a partir de secciones histológicas bidimensionales.
- Debido a que la morfología de células, órganos y tejidos varía en función del ángulo de corte y de las técnicas de tinción, tienen dificultades para el reconocimiento microscópico.
- Presentan problemas para comprender procesos histofisiológicos a partir de imágenes estáticas.

Con el fin de superar algunas de estas problemáticas, se implementó durante el cursado de la asignatura durante el año 2019, una experiencia de aprendizaje activo presencial complementada con un ecosistema tecnológico que consiste en apreciar mediante plasma LCD microfotografías que permiten observar las características microscópicas de tejidos y órganos e incorporar mediante los smartphones de los estudiantes y docentes aplicaciones de anatomía e histología mediante Realidad Aumentada.

**1.c) Objetivos:**
Este trabajo de investigación intenta dar respuesta a algunos interrogantes:
¿Qué aportes realiza el ecosistema tecnológico a la enseñanza de Ciencias Morfológicas de las asignaturas Morfología Normal y Anatomía e Histología perteneciente a las carreras de Bioquímica y Licenciatura en Nutrición de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral? ¿Cuál es el modelo pedagógico en que se sustentan dichas propuestas complementadas con tecnologías?

## 2. Materiales y métodos

El propósito del diseño de una investigación consiste en proporcionar, mediante una metodología apropiada, las respuestas más válidas a las preguntas que se plantean, por tal motivo es muy importante la correspondencia entre el diseño de la investigación y los objetivos de la misma. Para recabar datos sobre los objetivos propuestos se utilizó una metodología de investigación del tipo “estudio de caso” (Pérez Serrano, 2003; Popkewitz 2012, Sánchez Santamaría, 2011) y se diseñaron instrumentos para recabar información de tipo cuali-cuantitativa.
La recolección de datos puso el foco en las siguientes categorías, las que se registraron mediante modalidad descriptiva (Moreira, 2002), a saber:

- Tecnologías disponibles (evaluada mediante ficha de relevamiento de dispositivos tecnológicos).
- Actividades desarrolladas y características de los materiales didácticos presentados mediante el ecosistema tecnológico (registros obtenidos mediante observación participante y registro fílmico y fotográfico de las actividades de enseñanza presenciales complementadas con el ecosistema tecnológico).
- Modos de participación de los estudiantes (datos obtenidos mediante observación participante y registro fílmico y fotográfico de las actividades desarrolladas).

- Evaluación propuesta (datos obtenidos mediante observación participante y registro fílmico y fotográfico).
- Modelo pedagógico en que se sustenta la propuesta pedagógica (datos obtenidos mediante observación participante y registro fílmico y fotográfico).
- Opiniones de los estudiantes (datos obtenidos mediante encuesta de preguntas abiertas).

## 3. Los resultados

Del relevamiento de la infraestructura tecnológica se observa que:

En el ámbito de la Facultad y de la Cátedra mencionada, se dispone de conexión a internet por cable y WIFI. La Cátedra cuenta además con diversas tecnologías audiovisuales e informáticas. Es de destacar la calidad de los dispositivos presentes en el laboratorio (pantalla de LCD de alta definición por ejemplo) que permiten apreciar las microfotografías de los preparados histológicos, favoreciendo además la interpretación y discusión grupal de las mismas. Se cuenta también con softwares de Realidad Aumentada que se utilizan mediante los teléfonos celulares de docentes y alumnos.

De la observación participante de las clases se aprecia que:

- En torno a las actividades desarrolladas y características de los materiales didácticos presentados mediante el ecosistema tecnológico:

La organización de la enseñanza se basa en dos tipos de clases. En primer lugar se desarrollan clases de coloquio, en las cuales los estudiantes en forma activa, presentan oralmente las temáticas estudiadas y generan debates en forma colaborativa con sus compañeros, discutiendo acerca de la información ofrecida. Asimismo se cuenta con modelos anatómicos de material plástico y con softwares de Realidad Aumentada para utilizar mediante los teléfonos celulares de docentes y alumnos, los que se incorporan a las clases, que posibilitan una comprensión tridimensional de los órganos y sistemas estudiados.

Durante el desarrollo de los trabajos los estudiantes observan individualmente los preparados histológicos al microscopio óptico y realizan la interpretación y esquematización de lo observado. Estas clases están complementadas con la observación y discusión grupal de microfotografías histológicas presentadas en una pantalla LCD. Esta estrategia permite que los estudiantes logren progresivamente comprender los preparados observados, entender la afinidad tintorial de los tejidos con las diferentes coloraciones, a la vez que les permite entender los planos de corte que presentan los diferentes cortes histológicos observados.

-Modos de participación de los estudiantes:

Los estudiantes trabajan activamente y autónomamente tanto durante las clases de coloquios como de trabajos prácticos. Todas estas actividades se realizaron con la supervisión y orientación por parte de los docentes. De esta manera los profesores

adoptan el rol de tutores, orientadores y guías del aprendizaje y puede dedicar una atención personalizada a cada alumno.

- Evaluación propuesta:

Debido a que cada estudiante necesita un ritmo diferente para aprender a manejar el microscopio óptico, a interpretar y a esquematizar lo observado, se diseñó una evaluación de tipo formativa, que fue acompañando el aprendizaje del estudiante. Luego de cada actividad práctica los estudiantes entregan a modo de informe los esquemas que han realizado de los preparados histológicos observados al microscopio y mediante las microfotografías presentadas en el plasma LCD de alta definición.

- Modelo pedagógico en que se sustenta la propuesta pedagógica.

La propuesta se enmarca dentro del modelo conectivista-constructivista (Bell, 2011), dado que se trata de una comunidad de aprendizaje en la cual las nuevas herramientas digitales (plasma LCD y realidad aumentada), utilizadas en forma combinada mediante un ecosistema tecnológico, hacen posible nuevas formas de abordar los conocimientos, dentro y fuera del laboratorio.

-Algunas opiniones de los estudiantes:

| | |
|---|---|
| Alumno Nº 1 | La herramienta de realidad aumentada es útil porque permite entender la disposición y dimensión de los distintos órganos en relación con el tamaño real del cuerpo. Además la aplicación utilizada es sencilla y de fácil uso. |
| Alumno Nº 2 | La utilización de la realidad aumentada, en mi opinión, es una buena herramienta para poder interpretar conceptos teóricos más allá de lo plasmado en un esquema del libro porque podemos recorrer sistemas, observar mejor la disposición de los órganos, sus componentes y qué ocurre dentro de ellos (en el caso de ser órganos huecos como el corazón) |
| Alumno Nº 3 | La actividad de realidad aumentada me pareció muy provechosa para poder ver partes de los órganos que quizás en una fotografía no se llegan a apreciar. |
| Alumno Nº 4 | Favorece la comprensión de los sistemas, ya que podemos visualizar la localización de los órganos que integran los diferentes sistemas y la comprensión de sus partes, así como, la relación dentro del organismo que en comparación con un libro al que lo vemos de forma más real y no tan esquemático. |
| Alumno Nº 5 | Logramos comprender más sobre la función del cuerpo humano. Es mejor que una imagen de libro. |
| Alumno Nº 6 | La realidad aumentada es interesante para poder entender cada sistema o para poder ver bien la ubicación del órgano. Ayuda más |

| | |
|---|---|
| | que una imagen ya que tomamos medida de donde situarnos a la hora de estudiar. |
| Alumno Nº 7 | La experiencia me pareció muy buena, es una buena forma de aprender y ver la realidad de lo que estudiamos que a veces se nos hace difícil poder imaginar y/o ubicar los distintos aparatos. |
| Alumno Nº 8 | La experiencia de realidad aumentada me resultó muy buena para poder dimensionar bien como están constituidos los órganos. Se complementa bien con el libro, ya que en éste no podemos dimensionar. |
| Alumno Nº 9 | Considero la experiencia muy buena, ya que permite ubicar los órganos dentro del organismo, ver ubicaciones reales, que a veces mediante un libro no se puede tomar una dimensión real. Nos ayuda a la comprensión, para poder relacionar todos los sistemas. |
| Alumno Nº 10 | Muy buena aplicación y práctica para el aprendizaje de la asociación entre los distintos órganos. Cuando incorpore otros sistemas de órganos (como los reproductores) será una aplicación muy completa para la cátedra. |
| Alumno Nº 11 | Está muy interesante e interactiva ya que permite ubicarte en la realidad de los órganos y su ubicación. Permite observar de manera más real, la forma, el tamaño. |
| Alumno Nº 12 | El uso de la realidad aumentada me parece una idea muy creativa, innovadora y creativa de gran ayuda estudiantil. |
| Alumno Nº 13 | La experiencia de realidad aumentada me pareció útil, ya que podemos observar los órganos por el interior y además es entretenido, sirve para comprender mejor lo que explican en la teoría o leemos en el libro y es una actividad nueva e interesante ya que no lo habíamos hecho en otras materias. |
| Alumno Nº 14 | La realidad aumentada, como recurso pedagógico, da un panorama integrador de los conceptos desarrollados en clase, permite crear en nosotros, los estudiantes, una noción de movimiento y estructura distinto de lo que puede plantearnos un libro. |
| Alumno Nº 15 | La actividad de realidad aumentada me pareció muy interesante y facilita mucho la visualización de los órganos, que en mi caso es algo que me cuesta realizar si solo lo intento con la lectura del libro Me encantó la descripción y definición que van dando las profesoras de manera oral. |

| | |
|---|---|
| Alumno Nº 16 | Es una muy buena oportunidad para afianzar y/o corregir conceptos de ubicación y forma de los órganos, las relaciones de los distintos órganos es general. |
| Alumno Nº 17 | La realidad aumentada me pareció muy buena, gran ayuda para la ubicación de los órganos y a tener una ubicación más real. |
| Alumno Nº 18 | La actividad de realidad aumenta me ayudó a observar de mejor manera la ubicación de los órganos y sus características. Me parece una buena opción para aprender y comprender los conocimientos adquiridos tanto en teorías como en los libros. |
| Alumno Nº 19 | La realidad aumentada es muy útil ya que lo aprendido en la teoría se puede reforzar como esta actividad y los conocimientos quedan fijados. |
| Alumno Nº 20 | La realidad aumentada me ayudó a comprender los tamaños de cada componente de mi organismo, y a integrar los sistemas en el espacio. |
| Alumno Nº 21 | En mi opinión sirve para poder comprender lo más macro a lo micro; podemos recorrer órgano por órgano y conocer su conexión. También es una forma más didáctica de poder aprender y descubrir nuestro propio cuerpo. |
| Alumno Nº 22 | Es una aplicación muy interesante ya que podemos elegir qué sistema podemos analizar y observar, se logra ver con mejor visión por ejemplo los epitelios o glóbulos rojos en movimiento, que a diferencia de un libro, no se logra visualizar ni imaginar. |

## 4. Conclusiones

Por lo analizado la propuesta de enseñanza puesta en práctica en el marco de la enseñanza de las Ciencias Morfológicas contribuye a transformar la enseñanza, más allá de la mera innovación de los soportes tecnológicos.

Podemos concluir que la propuesta presencial complementada con un ecosistema tecnológico en el que intervienen interpretación de microfotografías histológicas en plasma LCD y aplicaciones de realidad aumentada, en el marco de un modelo pedagógico conectivista-constructivista posibilita el desarrollo de procesos de comprensión y ubicación espacial macro y microscópico de órganos y tejidos.

**Referencias bibliográficas:**

Bell, F. Connectivism: its place in Theory-Informed Research and Innovation in Technology-Enabled Learning, in International Review of Research in Open and Distance Learning, 2011. 12 (3); 98-118.

Fabro, A.; Curi, G. Costamagna, A. Presencialidad y virtualidad como escenarios posibles para la enseñanza comprensiva de Histología. Revista Aula Universitaria N° 15 de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Centro de publicaciones de la UNL, Santa Fe, Argentina. ISSN 1514-2566. 2014; 159-167.

García-Peñalvo, F. J. Ecosistemas tecnológicos universitarios. In J. Gómez (Ed.), UNIVERSITIC 2017. Análisis de las TIC en las Universidades Españolas Madrid, España: Crue Universidades Españolas.2018; 164-170.

García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2013). The evolution of the technological ecosystems: An architectural proposal to enhancing learning processes. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13). Salamanca, Spain, November. 2013; 14-15.

Moreira, M. A. Investigación en educación en ciencias: métodos cualitativos. (Research in science education: qualitative methods). Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Brasil. 2002

Pérez Serrano, G. Pedagogía Social, Educación social: Construcción científica e intervención práctica. Narcea. Madrid. 2003.

Popkewitz, T. Paradigm and Ideology in Educational Research. The Social functions of the intellectual. Routlege Library Edition: Education. New York. 2012. Disponible en https://books.google.es/books.

Sánchez Santamaría. Paradigmas de investigación educativa: de las leyes subyacentes a la modernidad reflexiva. Revista Digital Sociedad de la Información. 2011; 28; 1-17. Disponible en http://www.sociedadelainformacion.com/28/tradiciones.pdf

# La integración de las TIC en las prácticas docentes: una mirada desde la enseñanza de la Física y de la Química en la Educación Secundaria uruguaya.

Sair Aparicio[1]
Elizabeth Flores[2]
Micaela Sosa[3]

[1] Departamento de Química
ANEP, Consejo de Formación en Educación (Uruguay) profasair@gmail.com
[2]Departamento de Física
ANEP, Consejo de Formación en Educación (Uruguay)
m.elizabethflores@gmail.com
[3] Profesora de Química
ANEP, Consejo de Educación Secundaria (Uruguay)
micaelasosa0215@gmail.com

**Resumen.** El propósito de este trabajo consiste en analizar las formas en que los profesores de Física y Química del Consejo de Educación Secundaria (CES) del departamento de Florida integran las TIC con sentido pedagógico - didáctico en sus prácticas educativas, durante el año 2019. Las interrogantes que guían la investigación son: ¿cómo los profesores de Física y Química del CES integran las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en sus prácticas docentes en el departamento de Florida? ¿Qué factores influyen en la integración de las TIC en las prácticas educativas de estos docentes? ¿De qué formas las instituciones afectan la integración de las TIC en las prácticas educativas de secundaria?
Se propone un diseño de investigación cualitativo. Se busca identificar los docentes de Física y Química que integran las TIC en sus prácticas docentes, para conocer cómo lo hacen y caracterizar los tipos de uso. Esta investigación, al realizar un análisis de experiencias de profesores de Física y Química sobre la incorporación de TIC en el aula, puede contribuir al conocimiento sobre el uso, producción e intercambio colectivo de los recursos educativos y a una aplicación eficaz de las nuevas prácticas educativas como impulsores de integración educativa. También aportará información relevante con rigor científico, útil a la comunidad educativa ya que se determinará cómo integran las TIC en sus prácticas docentes, los profesores de Física y Química de todo un departamento.

**Palabras clave:** Integración de las TIC, Física y Química, Educación Secundaria.

## 1. Introducción

Las tecnologías de la Información y la Comunicación (en adelante TIC) están presentes en todos los ámbitos de la vida, incluyendo el educativo. En este contexto, los docentes

se han encontrado con el desafío y la incertidumbre de resolver cómo incorporar la tecnología en el aula con un sentido pedagógico-didáctico.
A nivel Iberoamericano, investigaciones sobre las prácticas educativas con TIC en el aula (Cerrillo, Morena y Paredes, 2014) [1] identifican algunos factores que, según los docentes, resultan los más relevantes a la hora de incorporar TIC. Entre sus resultados se encuentra que permiten ilustrar mejor algunos conceptos, potencian el desarrollo del espíritu crítico, reducen el trabajo mecánico y permiten minimizar la distancia entre teoría y práctica. También se indica que, aunque el profesorado no tiene mucha formación en el uso de las TIC, tiene una gran voluntad para formarse y preparar materiales específicos para los cursos que atiende. Sin embargo, se identifica un porcentaje alto de profesores que no utilizan las TIC como parte de su metodología de trabajo. Se plantea que las instituciones educativas necesitan realizar un cambio para convertirse en organizaciones que promuevan espacios de aprendizaje colaborativo integrando las TIC en sus prácticas educativas.

A nivel nacional, estudios sobre el impacto en las prácticas docentes (RombysEstévez, 2013; Vaillant y Bernasconi, 2013); [2] [3] del Plan Ceibal implementado desde hace más de diez años, (plan de inclusión e igualdad de oportunidades con el objetivo de apoyar con tecnología las políticas educativas uruguayas) indican que no parecen haber tenido efectos positivos en el aprendizaje de los estudiantes. En Enseñanza Secundaria, para Física y Química se encuentran pocos trabajos sistematizados sobre la integración de las TIC en las prácticas docentes. Se destacan los trabajos de López (2015) [4] , y Conde (2014) [6] que muestran que los profesores tienen una actitud de disposición favorable hacia la integración de las TIC en sus prácticas educativas, pero su uso es preferentemente instrumental y limitado; escaso desde una mirada constructivista de la enseñanza y el aprendizaje.

En el trabajo de aula no se reportan resultados en cuanto al uso de TIC con sentido pedagógico-didáctico, uso que daría soporte a actividades de enseñanza y aprendizaje buscando el desarrollo de capacidades y habilidades en los alumnos. Si bien existen casos de profesores que reflexionan sobre las posibilidades de dichas tecnologías en el marco del conocimiento didáctico del contenido (Conde, 2014) [6] falta mucho por recorrer y fomentar. Para que la tecnología se convierta en herramienta de enseñanza y aprendizaje en las aulas, los docentes necesitan, además de un profundo conocimiento pedagógico del contenido, el conocimiento sobre qué tecnologías son más adecuadas en relación con la materia que enseñan y cómo la enseñan. El conocimiento didáctico de la tecnología implica el conocimiento de las posibilidades y limitaciones didácticopedagógicas, de las TIC para ser utilizadas en los ambientes de enseñanza y aprendizaje. Implica conocer asimismo, cómo la enseñanza puede cambiar producto del uso de tecnologías particulares. (Harris, Mishra & Koehler, 2009; Mishra & Koehler, 2006). ) [7]

El propósito de este trabajo consiste en analizar las formas en que los profesores de Física y Química del Consejo de Educación Secundaria (CES) del departamento de Florida, integran las TIC con sentido pedagógico - didáctico en sus prácticas educativas, durante el año 2019. El desarrollo de la investigación se centra en el departamento de Florida, debido a que en él se encuentra la localidad de Cardal, cuna del Plan Ceibal. La primera entrega de computadoras tuvo lugar en el año 2007, a niños de la Escuela

Italia de Villa Cardal. Esto determinó que el departamento de Florida sea el primer departamento en recibir las computadoras. Las interrogantes que guían la investigación son: ¿Cómo los profesores de Física y Química del CES integran las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en sus prácticas docentes en el departamento de Florida? ¿Qué factores influyen en la integración de las TIC en las prácticas educativas de estos docentes? ¿De qué formas las instituciones afectan la integración de las TIC en las prácticas educativas de secundaria?

Los supuestos de los cuales se parte son:

- Existen en el departamento de Florida docentes de Educación Secundaria de las especialidades Física y Química que integran las TIC con un sentido pedagógico - didáctico en sus prácticas educativas en la enseñanza de estas disciplinas.
- Hay factores, institucionales que dificultan la integración de las TIC en las prácticas docentes.
- La formación y capacitación continua del profesorado en el uso de las TIC es un factor que favorece la integración de estas en sus prácticas docentes.

## 2. Materiales y métodos

Se propone un diseño de investigación cualitativo. El presente estudio tiene un alcance exploratorio, dado que la temática abordada para la población objetivo, no ha sido suficientemente investigada hasta el momento y también descriptivo ya que intenta, como plantea (Hernández, Fernández y Baptista, 2006) ) [7] "mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación". En este sentido, se trata de analizar una realidad y describir las condiciones que han mediado en su evolución, así como analizar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes en un contexto determinado.

Con el abordaje cualitativo se busca conocer, describir y analizar las prácticas educativas a través de recoger la voz de los docentes con el uso de las TIC, así como los factores que influyen en su integración desde una perspectiva de su uso con sentido pedagógico - didáctico. Las técnicas a emplear serán la aplicación de un formulario a modo de encuesta, y la entrevista. El formulario será aplicado al total de docentes efectivos e interinos de Física y Química que estén trabajando en el departamento, con al menos un grupo a cargo en el año 2019. Se estima según la información recabada de las listas de escalafones docentes publicadas en la página oficial del CES, que se contará aproximadamente con setenta encuestados.

Se harán entrevistas a un número acotado de docentes identificados como integradores de TIC en sus prácticas docentes con sentido pedagógico - didáctico. El número será determinado una vez que se hayan identificado estos docentes a partir del agrupamiento según los tipos de usos que se desprendan del análisis del cuestionario aplicado. Los tipos de uso se categorizan en: *adopción* de TIC, uso *pasivo* de TIC, uso *activo* de TIC. La adopción de TIC dice si estas se están usando, y con qué frecuencia; el uso pasivo muestra si las actividades que desarrollan los estudiantes se centran, por ejemplo, en ver videos, o responder solamente; o si el uso es activo y los estudiantes

desarrollan actividades de grupo, basadas en el aprendizaje por proyectos, en grupos, en los cuales ellos participan de forma activa en la elaboración del conocimiento mediado por las TIC. La diferencia entre el uso "pasivo" y el "activo" es importante para entender si las TIC están siendo usadas como alternativas eficaces frente al criticado modelo de educación tradicional, en el que los estudiantes son sólo receptores pasivos de información.

## 3. Avance de la investigación

La investigación se encuentra en curso y aun no se han procesado los datos, por ello no se pueden adelantar resultados de la misma.

Este estudio busca aportar insumos relevantes para la enseñanza de las disciplinas Física y Química a nivel de Educación Secundaria, indagando e identificando a aquellos profesores que integran las TIC en sus prácticas docentes con un sentido pedagógico - didáctico, y no meramente instrumental. Además, se aspira a estudiar si existen factores que facilitan o limitan, favorecen u obstaculizan la integración de las TIC en las prácticas educativas de los docentes, por ejemplo factores institucionales o de formación de docentes.

## 4. Referencias


1. Cardona Serrano, A., Fandiño Parra, Y., & Galindo Cuesta, J. (2014). *Formación docente: creencias, actitudes y competencias para el uso de TIC*. Bogotá, Colombia; Universidad del Valle.
2. Rombys-Estevez, D. (2013*). Integración de las TIC para una "buena enseñanza":opiniones, actitudes y creencias de los docentes en un instituto de formación de formadores*. Cuadernos de Investigación educativa, 4 (19), 69.-86.
3. Vaillant, D. et al. (2013). *Políticas docentes: formación, trabajo y desarrollo profesional.* Buenos Aires: Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación, UNESCO.
4. López, M. (2015). *Una mirada al uso didáctico de las XO: percepciones y actitudes del profesorado de historia en Educación Secundaria*. Cuadernos de Investigación Educativa, 6 (1), 13-31.
5. Conde, S. (2014). *Uso pedagógico de las TIC, especialmente del Plan Ceibal, por docentes de diferentes asignaturas de Educación Secundaria.* Uruguay; Universidad ORT.
6. Mishra, P., & Koehler, M. (2006). *Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge*. Teachers College Record, 108(6), 1017–1054.
7. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4ta ed.). Mexico; 4ed. McGraw-Hill.

# El aprendizaje de una lengua extranjera a través de un ecosistema digital, mitos y realidades en la educación básica

Jesús Librado Tapia Valladares[1]

[1]Escuela Secundaria Técnica 309 "Tlachco"
Secretaría de Educación Guerrero (México)
trukson1@yahoo.com.mx

**Resumen.** La necesidad de acercar el conocimiento a los educandos en la educación básica, considerando el tiempo que, de manera formal se estipula por los diferentes currículos por los que se ha atravesado en la últimas décadas así como lo dividido para las diferentes asignaturas han posicionado al docente en una postura en la que requiera de un elemento didáctico que los estudiantes conozcan dentro de su contexto inmediato, que su uso les genere curiosidad y facilidad en su empleo; sobre todo cuando la necesidad de aprender una lengua extranjera en un escenario adverso y con la mínima exposición al lenguaje, complementado con una nomenclatura que de manera oficial estipula tres módulos de cincuenta minutos por semana, radicaliza tal aprendizaje, generando en investigación para utilizar las redes sociales como detonantes de este proceso didáctico. Explorar en el uso este tipo de aplicaciones con fines educativos pueden brindar además de un tiempo más de exposición la diversificación a la sola presencia del docente o los compañeros, lo que no quita importancia del cuidado que se necesita en su empleo.

**Palabras clave:** TICs, aplicaciones digitales, teoría fundamentada, educación básica, whatsapp.

## 1. Introducción

Coadyuvar los dos elementos que se han considerado en los últimos planes de estudio como son las habilidades digitales y el uso de una lengua diferente a la materna puede ser un elemento de favorecedor si se consideran las características de los estudiantes en lo educación básica, sobre todo en el nivel de secundaria. Lo anterior implica conocer las características de los educandos y sus contextos inmediatos y a partir de la pregunta formulada como delimitante en la investigación realizada con alumnos de primer grado de educación secundaria en el municipio de Taxco de Alarcón, Guerrero; ¿qué características debe contener una didáctica basada en la red social WhatsApp para el aprendizaje esperado de los sonidos fricativos del inglés como segunda lengua de los estudiantes de secundaria que está marcado en el programa nacional de inglés en educación básica?, poder reconocer los alcances que se pueden lograr a partir de una postura diferente a la usada por los docentes, donde se privilegien los elementos enmarcados por la filosofía curricular.

Delimitada a la parte de la comprensión auditiva por situarse dentro del reconocimiento de los sonidos fricativos y la pronunciación de ellos después de haberlos interiorizado con fundamento en un marco fonetical internacional evitaría los vicios que se mantienen cuando los docentes ponderan un repite después de mí, sin el considerando de la gesticulación adecuada en el aparato fonador. Aunado a lo anterior se busca evitar la fosilización en los hablantes que posterior a la edad escolar es muy marcada en los hablantes. Cuando el ser humano es pequeño puede evitar lo anteriormente descrito y no alcanzar el término llamado fosilización, se le "… llama fenómenos lingüísticos fosilizables a aquellos ítems, reglas y subsistemas lingüísticos que los hablantes de una Lengua Materna particular tienden a conservar" [1]. Esto es, todos los elementos que serán difíciles de erradicar en una edad adulta y se denotará en el acento que se imprima en la pronunciación de diferentes palabras, sobre todo de sonidos cuasi parecidos como lo son los fricativos entre sí.

## 2. La educación mediada con instrumentos tecnológicos.

De tal manera que, al observar los lineamientos de enseñanza de una lengua extranjera en el sistema educativo nacional no considera atender la fosilización desde la cuestión didáctica o de planeación; los niños que cuentan con profesores de idiomas durante el preescolar y primaria ya han rebasado el período crítico que evita registros fonéticos que puedan llevarlo a cometer errores de reproducción de tales fonemas, dando como resultado entonces un mal entendimiento con otras personas con las que se quiera comunicar. Para la educación secundaria, después del supuesto teórico de haber llevado un total de 720 horas antes de este nivel, los programas vigentes exigen una verdadera competencia comunicativa en los hablantes. No todos los alumnos que acceden a ésta llevaron actividades en la lengua meta y la mayor parte de quienes sí lo hicieron fue por tiempo limitado o con docentes que "… volvieron deportados de Estados Unidos, o bien sus hijos, quienes no completaron la educación […] más allá de High School; en ninguno de los casos se trataba de personas con preparación universitaria alguna, y menos con competencias didácticas certificadas" [2].

Se debe tomar en cuenta la importancia de tal estudio por lo que requiere un modelo investigativo que contemple desarrollar fundamentos concisos. Uno de los principios de la teoría fundamentada es que "pertenece al cambio. Desde que los fenómenos no son considerados como estáticos y en constante cambio como respuesta que envuelve condiciones, ya que un componente importante es construirse a través del proceso y hacia el método"[3]. A partir de la clasificación de categorías y propiedades se pueden ir desarrollando elementos que hagan evolucionar dos de las habilidades más importantes en el aprendizaje de una lengua extranjera, escuchar y hablar, en un compendio que se generará a partir de la reproducción acorde con los registros fonéticos internacionales, priorizando una comprensión adecuada para el oyente como el hablante, después de haberse desarrollado una didáctica alternativa mediada por la aplicación WhatsApp.

La interacción didáctica entonces, no solo depende del docente sino que los mismos integrantes de los colectivos en los que se está trabajando ponen de sí para participar ante las actividades que previamente se han diseñado para ahondar en un tema, como

en este caso, la producción de sonidos acordes a los registros internacionales, en los que los adolescentes pueden reconocer o retroalimentar lo que sus compañeros se encuentren haciendo, siempre con la posibilidad de argumentar el porqué de sus conclusiones.

Aunado a lo anterior, el modelo de comunicación unidireccional se ve desfasado con el uso de las TICs en el aula. En el costumbrista modelo de quien lleva la comunicación, el docente, tiene que ser rediseñado en uno de tipo multidireccional para que todos los integrantes del colectivo puedan dar sus opiniones y a la vez reconocer o apoyar los esfuerzos de sus compañeros que se encuentren participando en las temáticas propuestas. De esta manera, "se facilitan modelos de comunicación más dinámicos que propician que el receptor se convierta en emisor de mensajes, tanto para receptores individuales como colectivos" (ídem). No obstante, uno de los errores que se pueden mantener al decir de un trabajo con tecnología educativa es, utilizar un proyector para exhibir diapositivas sobre un tema cualquiera o descargar archivos de la red sin un elemento crítico que permita hacer conciencia del uso correcto de la información. La otra cara de la moneda es, precisamente involucrar elementos de los que se ha venido hablando para desarrollar una nueva didáctica en la educación; deben ser involucradas actividades teleformativas que desarrollen precisamente las habilidades digitales que pretende el sistema educativo nacional como elementos del perfil de egreso de la educación básica. Éstas requieren de metodologías bien definidas y desarrolladas a la par de las que se desarrollan en los ambientes áulicos, una virtualización de los contenidos programáticos y lo que específicamente concierne a esta investigación, elementos lingüísticos auxiliares en el desarrollo de una lengua extranjera.

La relación simbiótica entre educación y tecnología ha desarrollado una informática educativa. A partir de ésta se reconoce el software educativo como un elemento que, ha sido diseñado para, ser utilizado como un medio didáctico, que facilita los procesos de enseñanza – aprendizaje; sus principales características incluyen la creación de contextos favorables para que los estudiantes reconstruyan los significados que les provoca una clase, una materia o un tema en concreto, involucrándose entonces en un momento propicio para el proceso educativo. Su evolución ha ido de la mano con las prestaciones que en su momento los sistemas computacionales han aportado para tal fin. Se preparan mejores prestaciones de manera rápida toda vez que los elementos que han implementado las computadoras han ido incorporándose para casi todos los aspectos educativos, es decir, la creatividad con la que se han desarrollado han permitido que se involucren en la participación escolar desde diferentes ángulos.

Los esfuerzos que se están realizando a través de las universidades y las organizaciones para utilizar el e-learning como un apoyo de los seres humanos no pueden dar resultados si no existe una conciencia en primer lugar de ellos mismos. Determinar las características que permiten que los dispositivos apoyen directamente en la educación debería ser una tarea enfocada desde la familia, no solamente es seguir el proceso consumista de tener la mejor cámara o el más llamativo de ellos, en el caso de los smartphones y tabletas, pues se llega el momento de que ni siquiera se llega a utilizar la mitad de las aplicaciones con que cuentan estos aparatos, no se diga de las amplias posibilidades que se pueden involucrar como apoyos didácticos; el uso desmedido también está afectando la salud física y mental de los usuarios por el sobre uso, situación que de emplearse una educación impregnada realmente de las competencias digitales permita un ecosistema de apoyo y no en detrimento de los propios estudiantes.

## 3. Conclusiones

Hablar de ecosistemas digitales como mediadores en el aprendizaje del conocimiento de acuerdo con los avances de esta investigación pueden parecer distantes de lo que se ha planteado en diferentes estudios, no por la falta de tecnología o el poco acercamiento a la tecnología, por el contrario, un uso poco consciente de los avances que se tienen o únicamente para momentos de esparcimiento. La categorización que se ha empezado a construir está demostrando que, a partir de las actividades que los alumnos siguen en una planeación dirigida se encuentran con diferentes detenimientos por el poco uso formal que se le da a una aplicación de red social, pocos son los individuos que utilizan los potenciales de ellas o simplemente las usan de manera equivocada.

Los alcancen que al momento se tienen en la investigación son:

1- La usabilidad de una red social como lo es WhatsApp apoya firmemente la didáctica de aprendizaje una lengua extranjera.

2- Los alumnos que usan redes sociales raramente le ven aplicaciones de uso escolar, únicamente de esparcimiento.

3- El uso de las redes sociales y aplicaciones digitales son de manera indiscriminada y sin tener un control de lo que se ocupa, cuentas de correo electrónico, perfiles, entre otros.

## 4. Referencias


1. Alexopoulou, A. (2010). *La función de la interlingua en el aprendizaje de lenguas extranjeras*. Revista Nebrija de Lingüística Aplicada. Volumen (9) 2010.
2. Calderón, D. (2015). *La política educativa en actual del inglés en México. En "Sorry –el aprendizaje del inglés en México".* Mexicanos Primero, México, 2015
3. Glaser Barney G., Strauss Anselm L. (2006). *The Discovery of Grounded Theory. Strategies for Qualitative Research. AldineTransaction*, U. S. A, 2006 (Reimp.)
4. Cabero Almenara, J. (2006). *Nuevas tecnologías aplicadas a la educación*. Mc Graw Hill, España, 2006

**Robótica Educativa, una propuesta de enseñanza para la construcción de significados en física basada en el MOPRE**

Alejandra Pérez Arango[1], Sergio Andrés Correa Díez[2]

Licenciatura en Matemáticas y Física
Universidad de Antioquia (Colombia)
Facultad de Educación
alejandra,pereza@udea.edu.co[1], sergio.corread@udea.edu.co[2]

**Resumen.** En este artículo se presenta una propuesta de enseñanza en física fundamentada no implementada, que analiza las TIC con la robótica educativa como una herramienta que permite la construcción de conceptos a partir de la negociación de significados, el uso del lenguaje de programación aplicado al software libre Arduino y la interacción social. La investigación se orienta a estudiantes del grado décimo de la institución educativa Santa Clara de Asís de la ciudad de Medellín, Antioquia, haciendo uso del MOPRE (Modelo Pedagógico de Robótica Educativa) en la construcción de prototipos robóticos a través del trabajo colaborativo.

**Palabras clave:** Robótica Educativa, MOPRE, construcción de significados, TIC.

## 1. Introducción

En los últimos años la ciencia ha tenido un gran avance tecnológico e innovador, en especial la física que ha permitido entender el mundo de diversas formas; es por esto por lo que su enseñanza representa un papel importante para el desarrollo de las capacidades científicas de los estudiantes [1]. De igual forma, en la actualidad aún se concibe la enseñanza de la física como mera descripción en palabras, usando ecuaciones matemáticas para el cálculo de una magnitud a partir de otras, gráficos, diagramas y entre otras más; generando dificultades en el aprendizaje a la hora de interpretar y relacionar los fenómenos de la naturaleza. En la misma línea de lo planteado previamente, se habla de la parte experimental como un elemento diferenciador y la manera de ser abordada desde la enseñanza de la física, en donde se logran establecer algunas limitaciones que no favorecen el aprendizaje de los estudiantes, es así como Medina y Tarazona afirman que "en los ámbitos escolares y en la literatura de educación en ciencias se hacen reiteradas críticas frente a los procedimientos experimentales tipo "recetas de cocina" por considerarlas no apropiadas en una perspectiva actual de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias" (p. 9) [2]. En dichas prácticas, se centran en el papel del experimento como un recurso didáctico, secundario de la enseñanza y comprobador de postulados teóricos. Para estos autores la experimentación es de vital importancia, ya que ayuda a la comprensión de conceptos y fenómenos de la física. Por otro lado, Vásquez y Rúa [3] hacen referencia

a la metodología de enseñanza de algunos conceptos, principios y leyes como una clase magistral, el cual se minimiza lo interesante que ofrece la física para su aprendizaje.

En la actualidad surge la necesidad de facilitar ciertas prácticas de aprendizaje por medio de la implementación de las TIC para favorecer el proceso de enseñanza mediante herramientas que motiven a los estudiantes [4]; por lo anterior mencionado esta investigación pretende mostrar la Robótica Educativa (RE) como una herramienta que ayuda al docente en la enseñanza de la física y que motive a los estudiantes a su comprensión, ya que esta permite que múltiples áreas se comuniquen entre sí para lograr un objetivo común, que es la construcción de conocimiento, a partir de la interacción social y trabajo colaborativo. Monsalves [5] hace referencia a que la RE es útil para potenciar la dinámica que se genera en un aula de clase y el papel que cumple el docente en la construcción de conocimiento.

La RE facilita de forma permanente los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física, además de potenciar el componente experimental que debe tener cada institución; también ofrece una gama de posibilidades que ayuda al desarrollo de habilidades individuales y colectivas de los estudiantes, la convergencia de diversas áreas del saber y conceptos propios de física a partir de un trabajo en conjunto. Se encontraron diversos trabajos que se apoyan en referentes teóricos como, el aprendizaje significativo de Ausubel, interacción social de Vygotsky, ambientes de aprendizaje y constructivismo de Piaget.

La mayoría de los trabajos desarrollaron investigaciones tomando enfoques como STEM (Science, Tecnhology, Engineering and Mathematics), algunos en aprendizaje basado en problemas (ABP) y MOPRE (Modelo Pedagógico de Robótica Educativa). Donde existe mayor influencia de intervenciones con RE son a estudiantes de la básica primaria, básica secundaria y la media.

En cuanto a la enseñanza de la física por medio de la robótica educativa, se encontró que en las investigaciones se utiliza la física en general junto con otras áreas del saber tales como, la matemática y la informática; además se utilizan herramientas como LEGO o PYGMALION para su construcción y plataformas como Arduino en la programación.

Para concluir, en esta investigación se pretende mostrar la relación de la Robótica con la Teoría Sociocultural de Vygotsky en cuanto a que el conocimiento se adquiere a partir de la interacción social, de instrumentos como el lenguaje que en este caso se usará el de programación que ayuda a entender el mundo que propone la física con plataformas de fácil acceso y de bajo costo (Arduino). Para Soriano [6], la implementación de los proyectos basados en tecnología Arduino están mejorando el perfil de los estudiantes, no sólo en el desarrollo de habilidades tecnológicas, sino también en las habilidades sociales y de comunicación; por último, la negociación de significados sobre conceptos de la física que se realizarán en la parte final de la investigación cuando se construyan los prototipos.

El trabajo se encuentra presentado de la siguiente forma. En la sección 2 se introduce el concepto de Robótica Educativa; en la sección 3 se establece la metodología de investigación y el método de casos a utilizar, seguida la sección 4 donde se plantea la

propuesta a implementar con el modelo pedagógico MOPRE en el marco de referencia de la teoría Sociocultural de Vygotsky y finalmente se realiza una conclusión general de lo que se pretende lograr con la intervención de la investigación.

## 2. Robótica Educativa (RE)

La Robótica Educativa en los últimos años ha tomado mucha fuerza en el contexto escolar ya que se acomoda a la necesidad de quien la implemente como estrategia de enseñanza y aprendizaje; esta "tendencia" viene desde países occidentales, europeos y se extiende por América en países como Estados Unidos y Canadá; con menor influencia, pero no menos importante Chile y Colombia. En nuestro país y a la luz del Ministerio de Educación Nacional [7] la RE es una herramienta que se utiliza para complementar la enseñanza de cierta asignatura o más propiamente en la física; también se implementa como una actividad extra que ofrecen las instituciones, que puede representar en ocasiones un costo o se propone como un semillero o campamentos de receso de vacaciones para aquellos estudiantes que muestran interés por el mundo de la ciencia y la tecnología. Dentro de este contexto, en la actualidad se está optando por capacitar e invitar a los docentes de física a la reflexión crítica sobre la importancia de aprender sobre robótica y aplicarla en la educación; y más importante aún al enfoque lógico de la programación. Al mismo tiempo, se convierte entonces en un reto implementar en la escuela el uso de nuevas tecnologías y sobre todo implementar la robótica educativa como una herramienta para la enseñanza y el aprendizaje de la física.

La RE "permite concebir, diseñar y desarrollar robots educativos para que los estudiantes se inicien desde muy jóvenes en el estudio de las ciencias y la tecnología" [8]. Además, el docente se convierte en un mediador indispensable en la construcción de significados a raíz de la interacción social para comprender la realidad, influenciado éste por la cultura y la sociedad para llegar a una negociación de significados que ayuden al estudiante a generar conocimientos [9] y en particular, en aportar estrategias para la integración de RE al aula en el contexto de la enseñanza de la física.

Es de particular interés que la robótica educativa se entienda como una herramienta que utiliza el docente para la enseñanza de la física. Esta permite que múltiples áreas se comuniquen entre sí para lograr un objetivo común, que es la construcción de conocimiento, a partir de la interacción social y trabajo colaborativo. Monsalves [10] hace referencia a que la RE es útil para potenciar la dinámica que se genera en un aula de clase y el papel que cumple el docente en la construcción de conocimiento.

## 3. Metodología

Para el desarrollo del presente trabajo se lleva a cabo una investigación de tipo cualitativa, desde el enfoque de Hernández, Fernández y Baptista [11], dicha perspectiva pretende comprender e interpretar la realidad humana y social, el cual posibilita al investigador interactuar con aquellos que hacen parte de su contexto para

conocerlos, describirlos y comprenderlos a partir de la interacción y construcción teórica. Al igual se aborda para efectos de este trabajo, el estudio de casos instrumental de Stake [12], el cual se busca entender de forma global la manera como se puede desarrollar la Robótica educativa en la física y así obtener información para profundizar en el análisis del tema en unión con la teoría.

La investigación se llevará a cabo con estudiantes de la media académica, propiamente del grado décimo de la institución educativa Santa Clara de Asís en la ciudad de Medellín, el cual se espera que los estudiantes presenten un dominio básico de algunas de las temáticas que se tendrán en cuenta sobre física y el uso de TIC.

## 4. Propuesta

Esta propuesta está dividida en tres momentos los cuales están basadas en el modelo pedagógico MOPRE planteado por Monsalves [10], cada uno de ellos fundamentada en la Teoría Sociocultural de Vygotsky [13]; de esta manera, se direccionaron principalmente a proponer situaciones enmarcadas en la negociación significados y otros elementos para el uso del lenguaje de programación; y generar espacios propios para la construcción de significados en física a partir de la interacción social.

Los resultados de la investigación se pretenden medir por medio de codificación y categorización y categorización de los datos recogidos, además para validez interna se hace triangulación entre el marco teóricos y las fuentes de la información

En la siguiente tabla se sintetizan las principales características de cada momento y a continuación se hace una descripción más amplia de cada uno de ellos.

| Fase | Momento | Actividad | Duración |
|---|---|---|---|
| *Primera fase:* Diagnóstico y conocimientos básicos. | Familiarización con los elementos base de la robótica. | Conversatorio sobre robótica de manera grupal. | 2 h |
| | | Orientación de montaje de un circuito. | 1 h |
| | | Orientación para programación en pseudocódigo | 1 h |
| *Segunda fase:* Proceso de desarrollo del MOPRE. | Formulación del problema de la realidad. | Presentación sobre el uso de los diferentes tipos de sensores. | 1 h |
| | Planificación y organización del proyecto. | Iniciar la planificación del proyecto mediante el diario campo, donde se describa el tipo de sensor a elegir, diseño para el prototipo robótico y su funcionalidad. | 1 h |
| | Construcción y programación del robot. | Ensamble del prototipo robótico y programación en Arduino. | 4 h |
| *Tercera fase:* Socialización del proyecto. | Socialización del robot. | Exposición por grupos en forma de carrusel. | 2 h |

Primer momento: con los estudiantes se pretende identificar los conocimientos previos de los estudiantes sobre electrónica y robótica por medio de una serie de preguntas relacionadas con lo que conocen del mundo tecnológico, además se hace un

acercamiento a la lógica de la programación con montajes de circuitos y ejercicios de física en el programa PSeInt.

Segundo momento: Esta etapa es fundamental, ya que se formula el problema a resolver por parte de los estudiantes, se muestran los tipos de sensores y su funcionalidad; luego se planifica y se diseña el prototipo robótico que se construirá; y finalmente se pasa al ensamble y programación de este. En este punto el acompañamiento del docente es permanente.

Tercer momento: Se evalua el aprendizaje logrado en el desarrollo de la intervención por medio de una galería, donde los estudiantes exponen a sus compañeros el proyecto realizado y mostrar la relación con la física.

## 5. Conclusiones

A modo de conclusión se espera que al implementar la propuesta metodológica los estudiantes de la institución a la cual se le realizará la intervención logren comprenden la física desde un enfoque diferente al tradicional y aumentar la motivación por la ciencia y la tecnología a partir del aprendizaje colaborativo por medio de la construcción de prototipos robóticos orientados a la solución de problemas reales, además realizar un aporte a la enseñanza de la física en el aula.

## 6. Referencias


1. Tacca, R. (2010). La Enseñanza De Las Ciencias Naturales En La Educación Básica. *Nvestigación Educativa*, *14*(26), 139–152. Retrieved from https://educrea.cl/wp-content/uploads/2016/07/DOC1-ensenanza-de-las-ciencias.pdf.
2. Medina & Tarazona (2013). El papel del experimento en la construcción del conocimiento físico, el caso de la construcción del potencial eléctrico como una magnitud física. elementos para propuestas en la formación inicial y continuada de profesores de física. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *53*(9), 1689–1699. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004.
3. Vázquez & Rua (2007). Actividades manipulativas para el aprendizaje de la Física. *Revista Iberoamericana de Educación*, *43*(1), 7.
4. Ré, Arena, & Giubergia (2012). Incorporación de TICs a la enseñanza de la Física. *Revista Iberoamericana de Educación En Tecnología y Tecnología En Educación*, *8*, 16–22. Retrieved from http://hdl.handle.net/10915/25525.
5. Monsalves, S. (2011). Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. *Revista de Pedagogía*, *32*(90). Retrieved from http://www.redalyc.org/html/659/65920055004/.
6. Soriano, Marín, Cazalilla, Vallés (2013). Plataforma Robótica De Bajo Coste Y Recursos Limitados Basada En Arduino Y Dispositivos Móviles. *3*, 9. https://doi.org/10.1524/ncrs.1997.212.jg.485.
7. Ministerio de Educación Nacional. (2018). Plan vive digital. TIC y educación. Bogotá.
8. Ruiz, E. V. (2007). Educatrónica: Innovación en el Aprendizaje de las Ciencias y la Tecnología Díaz de Santos, SA, Buenos Aires . Buenos Aires: Díaz de Santos. SA.Recuperado de http://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479788223.pdf.
9. Moreira, M. A. (2009). Subsidios teóricos para el profesor investigador en enseñanza de

las ciencias: comportamentalismo, constructivismo y humanismo, 1–66.

10. Monsalves, S. (2011). Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. *Revista de Pedagogía*, *32*(90). Retrieved from http://www.redalyc.org/html/659/65920055004/.
11. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. 5th ed. Interamericana Editores, S.A. de C.V.
12. Stake, R. E. (1999). *Investigacion-con-estudios-de-caso_RobertStake*. Retrieved from https://books.google.com.co/books?id=gndJ0eSkGckC&printsec=frontcover&dq=robert+yin+investigacion+sobre+estudio+de+casos&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi5rNizsuHZAhVOoVMKHQM4CbsQ6AEIJTAA#v=onepage&q=robert yin investigacion sobre estudio de casos&f=false.
13. Lucci, M. A. (2007). La propuesta de vygotsky: la psicología socio- histórica 1, *2*(2006), 1–11.

# Aplicaciones de Arduino para personas con discapacidad, un apoyo al aprendizaje en educación secundaria.

Axel Tapia Sánchez[1]

[1]Secretaria de Educación Guerrero, México

axltpia1@gmail.com

**Resumen.** Este dispositivo en forma de chaleco es un artefacto con el que se busca mejorar la vida de las personas que no tienen la capacidad de ver y está compuesto por distintas cosas como la placa arduino, y los sensores que son parte fundamental de este dispositivo, también los cables, la bocina y otras cosas. Pero principalmente lo que se trata de hacer es que las personas con esta discapacidad tengan una vida más cómoda y segura.

**Palabras clave:** robotica, educación, arduino, dispositivo, sensor, discapacidad.

## 1. Introducción

La tecnología ha buscado la comodidad de los seres humanos para con los problemas que le presente la vida diaria, aprender desde edades tempranas y en la educación formal se ha vuelto una necesidad para que los seres humanos se desarrollen dentro de la sociedad buscando soluciones que ayuden a las personas que tienen alguna en especial; de esta manera, se considera que, utilizar los conocimientos que se tienen en robótica pueden auxiliar en la discapacidad, en es te caso la visual y tener dar las oportunidades para desenvolverse.

Dentro de los programas de la educación en México no se ha implementado la robótica sino en algunos casos como talleres o clubes pero que no han crecido como debería por el poco tiempo que se le dedica o por los conocimientos mínimos que se tienen, por lo que, conociendo el lenguaje arduino en unión con sensores de proximidad se ha estimado que se pueden implementar en un chaleco que ayude a manera de lazarillo a personas que tienen una discapacidad visual.

## 2. Materiales y métodos

El objetivo general que se plantea en esta investigación es desarrollar a través de un dispositivo físico controlado por sensores y el programa arduino el auxiliar que guíe los pasos de personas con discapacidad visual, la cual “se muestra por una disminución total o parcial de la vista. Se debe tener en cuenta el campo visual (espacio visible con la mirada fija en un punto) y la agudeza visual (capacidad del ojo para percibir

objetos)"[1]. Como objetivos específicos se plantean, seleccionar los sensores ultrasónicos idóneos para apoyar a las personas con una discapacidad controlados por placas. El segundo es programar sobre arduino con las posibles respuestas que los sensores estén emitiendo para auxilio de la persona con discapacidad; el método de investigación que se ha planteado a la altura de ésta es basado en el ensayo – error y como un estudio de caso con una persona que presente las características mencionadas.

El dispositivo es un chaleco o playera que se lo pone la persona que padezca la discapacidad. El material será seleccionado para que pueda adaptar a diversas situaciones como la lluvia o incluso el calor para que no les afecte el traerlo puesto. Funcionaría por medio de sensores ultrasónicos que trabajan por medio de ondas que salen de un lado de él y al momento de encontrarse con algún objeto rebotan y llegan al otro lado y por medio de cálculos se obtiene la distancia en la que se encuentra el objeto que estarán colocados en la parte de enfrente, atrás y a los lados. En esta parte es donde la cuestión matemática entra en proceso con los deterministicos que no dejen que el usuario choque con algo.

**Figura 1. Sensor ultrasónico[2]**

La distancia determinada para que el portador sea alertado que hay algo enfrente de ellos se pondrá por medio del programa en este caso ARDUINO.

Estas dos cosas (el sensor y la bocina) se combinarán a partir del programa que será compilado en una placa arduino nano o micro para que cuando la distancia marcada sea alcanzada la bocina emita un sonido. Que estarán conectados a través de cables y si es necesario una pequeña tabla o tarjeta llamada protoboard que será utilizada para unir los cables que van desde el arduino hasta los sensores. Así como una batería recargable y segura que tenga la durabilidad que sea necesaria para alimentar el dispositivo durante un tiempo determinado.

**Figura 2. Arduino nano[3]**

También tendrá incluida una pequeña bocina que por el mismo programa hará que suene cuando la distancia determinada del sensor sea alcanzada para que de una alerta al portador de que hay algo enfrente de él. La primera parte que se tiene que hacer de todo el dispositivo es lo que manda a todo como lo son los sensores y la bocina es el programa en donde se les dice a los sensores que si al mandar las ondas hay algo por ejemplo a 15 centímetros le mande una señal a la placa y si esa medida es el límite haga sonar a la bocina.

**Figura 3. Bocina [4]**

## 3. Conclusiones

Las personas que por algún motivo no pueden ver o tienen una debilidad visual necesitan de apoyos que se han desarrollado de diferentes formas, desde animales que los guían u otras personas que les van sirviendo como sus "ojos". Este proyecto de investigación en su primera etapa que se encuentra como el diseño, intenta ser una buena alternativa y dar una mejor calidad de vida, evitando accidentes que puedan significar daños físicos a ellas, o que se tenga que pagar grandes cifras de dinero para reparar. Como estudiantes de educación básica es una buena alternativa contar con los conocimientos necesarios para apoyar y ser de utilidad en estos aspectos; el uso de lo que se aprende en un plano cartesiano hace notar la situación espacial que los invidentes no cuentan de manera física pero que si puede ser de forma sónica para que ellos se puedan ayudar.

Utilizar lo que se aprende en física y unir todos los componentes que integrarán el chaleco, los sensores, la bocina, cables y batería brindan la oportunidad de tener una vida auxiliando su discapacidad. Como estudiante de secundaria se ponen en juego varios de los saberes, como el saber hacer, el saber conocer y saber ser pues se ponen en juego los valores, y sobre todo el pensamiento lógico matemático, el cual tiene muchas deficiencias desde que se es joven por parte de los alumnos, entonces como segunda parte de este proyecto y poner la metodología en juego, se desarrolla el dispositivo a partir de lo que se ha mezclado en conocimientos.

## 4. Referencias


1. https://www.incluyeme.com/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-discapacidad-visual/
2. *Sensor ultrasónico*. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiRrITrzJviAhXWu54KHVNqBwU QjRx6BAgBEAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.intesc.mx%2Fproduct os%2Fsensor -ultrasonico%2F&psig=AOvVaw1evseby094bFzat-qkE9fK&ust=1557943023815881
3. *Arduino nano*. Obtenido de https://www.dx.com/p/improved-version-nano-3-0-atmel-atmega328p-mini-usb-board-for-arduino-2080795#.XNr7jxRKjIU

# Necesidades formativas y capacitación docente en TIC. Entre lo formal y lo informal

Marcela María De Luca[1]

[1]Facultad de Turismo y Urbanismo
Universidad Nacional de San Luis (Argentina)
marceladlu@gmail.com

**Resumen.** El presente trabajo es un extracto de una investigación más amplia que aborda el tema del uso que hacen los docentes de las TIC y de los factores que influyen en la decisión de utilizarlas o no utilizarlas. El contexto es una institución educativa en proceso de normalización, la Facultad de Turismo y Urbanismo (FTU), perteneciente a la Universidad Nacional de San Luis, Argentina. Se lleva a cabo durante los años 2016 y 2017. A partir de la identificación de las razones del por qué usan o no usan las TIC los docentes, tomamos como objetivo, indagar en la manera que el docente busca capacitarse y actualizar sus conocimientos, referidos al uso de recursos digitales. Se proyecta como estrategia para la obtención de datos, trabajar en un diseño del tipo mixto, cuanti-cualitativo, se realizan encuestas virtuales y se complementa la recolección de datos con entrevistas personales. Entre los resultados destacamos que el 92 % de los docentes, dicen aprender de las TIC por exploración propia; lo que conduce a pensar, que podría indicar que son autodidactas; tema que nos lleva a reflexionar si realmente se les da una utilidad certera y con finalidad didáctica.

**Palabras clave:** capacitación TIC docente, necesidades formativas, capacitación informal, FTU UNSL

## 1. Introducción

El docente para poder ejercer su profesión, primeramente, debe obtener su título de grado. A este primer título se lo denominada *formación inicial*, que es la que certifica sus conocimientos sobre la asignatura. Posteriormente, debería comenzar la *formación continua*. Con la formación continua, comienza un proceso de permanente actualización, para lograr el perfeccionamiento y la capacitación necesaria, ya sea pedagógica o de actualización. La formación inicial muchas veces es insuficiente, escasa o nula en el tema de las TIC.

En la etapa de formación, Landsheere (citado en Salinas, 1998), diferencia por un lado el *perfeccionamiento* y por otro lado el *reciclaje*. Ambos tipos de formación, se deben desarrollar respecto a las TIC. Mientras que el perfeccionamiento seria todo esfuerzo personal destinado a mejorar la formación inicial, el reciclaje consiste en

formar al docente en contenidos que han estado ausentes en su formación inicial, cuando fue insuficiente o quedo caduca.

Los procesos de enseñanza y aprendizaje, no pueden quedar aislados de una sociedad donde las TIC avanzan y modifican muchas maneras de hacer las cosas. En el contexto universitario, donde se forman profesionales para ejercer en un entorno social, que demanda habilidades y competencias frente a los nuevos retos, la formación del docente universitario, debe contemplar un nivel de alfabetización digital que permita asegurar un uso adecuado de las tecnologías. Para Rangel y Peñalosa (2013), esta necesidad de alfabetizar digitalmente a los individuos, lleva a revisar y proponer un nuevo perfil de los docentes universitarios, ya que ellos son los encargados de proporcionar conocimientos y promover el desarrollo de habilidades en sus alumnos, por lo tanto, es necesario asegurar un nivel de alfabetización digital en los docentes, que permita hacer un uso correcto y efectivo de las TIC.

Saber a qué nos referimos cuando hablamos de necesidad, nos proporcionara elementos para interpretar la información que podamos recolectar, plantea Aràneg a (2013) y comenta que, a lo largo de los años, diversos autores de diferentes ámbitos y perspectivas, definen “la necesidad como una carencia personal, o como una carencia social que se observa por comparación con los demás, o bien como lo que los expertos consideran que se debería tener”. (p. 21)

Para reconocer las necesidades bajo este concepto, siguiendo a Aràneg a, es necesario que la institución defina el perfil ideal de docente, en cuanto a sus funciones y características; pero el docente ya tiene unas capacidades, habilidades y conocimientos que pueden ser diferentes a los planteados por la institución. Esta diferencia existente entre lo que el docente tiene y lo que la institución considera que debería tener, para ejercer adecuadamente la docencia, es lo que se considera *necesidad formativa*. Cuando esta necesidad el docente la toma como impuesta, puede provocar diferentes reacciones: de aceptación, de rechazo y resistencia, cuando implica añadir más tareas de mayor complejidad a las tareas habituales.

Basándose en esta discrepancia, existen dos orientaciones para analizar:

- La orientación basada en la carencia: enfoca las diferencias como deficiencias en su formación, lo que pueden hacer y lo que no son capaces de hacer, lo cual confiere un enfoque negativo.
- La orientación apreciativa: enfatiza lo que ya está bien y apunta solo a lo que habría que mejorar. Enfoca en lo que está bien y propone una mejora.

También, hay que tener en cuenta que las emociones o las opiniones de los docentes, son factores que pueden perjudicar o beneficiar cualquier intervención formativa.

Es necesario ante un estudio de necesidades, estar al tanto de la capacidad que ofrece la institución educativa para poder implementar innovación. Tendremos que indagar, primeramente, los aspectos tangibles como conexión a internet y su funcionamiento, que es la base tecnológica para lograr buenas condiciones de trabajo, de estudio y de comunicación. Es decir, crear en un entorno de aprendizaje basado en tecnologías.

## 2. Estrategia metodológica

Como estrategia para la obtención de datos, se trabajó en un diseño *mixto*, cuanti-cualitativo, de tipo DELPLIX, diseño explicativo secuencial, (Sampieri, Fernández y Baptista, 2014), que "se caracteriza por una primera etapa en la cual se recaban y analizan datos cuantitativos, seguida de otra donde se recogen y evalúan datos cualitativos" (p. 554). Siguiendo este modelo, se llevó a cabo la primera etapa, que permitió llegar a toda la población, y así lograr obtener un estudio estadístico descriptivo. Posteriormente, y ya procesados los datos cuantitativos, se procedió a realizar la segunda etapa de entrevistas, al mismo grupo (población).

Asimismo, se planteó un diseño de investigación *no experimental*, de *corte transversal*, (Sampieri, Fernández y Baptista, 2010) donde solo se describen hechos o circunstancias, en un momento determinado y en un contexto definido de personas que pertenecen al mismo ambiente; en este caso universitario educativo de una misma facultad.

La unidad de análisis designada para llevar adelante la investigación, es el *docente fijo, no itinerante*, esto significa, todos aquellos docentes que han concursado en la FTU. A partir de aquí, se delimita la población en un conjunto de 36 docentes en total, (año 2016), de los cuales 33 son los que decidieron participar del estudio.

Los instrumentos a utilizar se corresponden al tipo de información a obtener, por lo que se planteó trabajar con encuestas y entrevistas. Las encuestas fueron de tipo virtual, estructurada y anónima; las entrevistas se realizaron a docentes con distintos grados de formación y de diferentes asignaturas, hasta encontrar el punto de saturación.

## 3. Resultados

Los resultados cuantitativos indican que el 94 % de docentes encuestados, dicen utilizar recursos digitales en sus clases presenciales, mientras que el 100 % las utiliza para comunicarse con los estudiantes. También el 100 %, considera necesario la formación en TIC. El 70 % dice haber realizado alguna capacitación en esta temática. La siguiente figura muestra los resultados obtenidos:

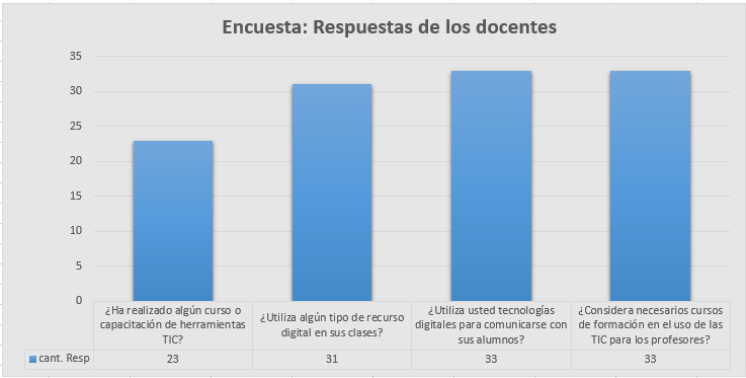



*Fig. 1 Gráfico representativo de respuestas*

En cuanto a la manera que el docente busca capacitarse, existe un 92 % de docentes que eligen conocer las herramientas digitales por indagación propia, navegando por la red, luego en menor medida eligen capacitación virtual (54 %) y capacitación presencial (46 %).

Posteriormente al análisis de las encuestas, se comenzaron las entrevistas. A continuación, una versión resumida de las categorías emergentes que surgen del análisis de respuestas.

Tabla 1. Categorías surgidas de las respuestas

| Categoría | Resultados obtenidos |
|---|---|
| **Indagación propia** | Búsqueda y formas de usos acerca de recursos virtuales, se realizan de forma personal sin pertenecer a ninguna actividad, curso o taller. Suma conocimiento de manera informal, navegando por la red y eligiendo intencionalmente que es lo que se quiere encontrar. |
| **Resistencia por falta de conocimiento en TIC** | La falta de conocimiento se convierte en desinterés, lo que conduce a la carencia o falta de habilidades básicas en el manejo de tecnologías. |
| **Perdida en tiempo en la implementación de TIC** | Los docentes expresan que pierden tiempo por problemas de acceso internet, otros hablan de caída del sistema, y la pérdida de tiempo que les lleva la preparación de la clase. |
| **Falta de tiempo para la capacitación** | Dentro de sus quehaceres diarios el docente no encuentra tiempo para realizar capacitación formal. |

Las categorías que emergen de las entrevistas aportaron información nueva, que se centran en aspectos diferentes, pero que completan la información obtenida en la etapa cuantitativa.

## 4. Conclusiones

Nos planteamos como objetivo, indagar en la manera que el docente busca capacitarse y actualizar sus conocimientos sobre las TIC, recorrimos un estudio de tipo mixto y encontramos que los resultados, tanto cualitativos como cuantitativos, convergen y se complementan, afirmando desde diferentes momentos las mismas conclusiones. Consideramos que los docentes, a pesar de hacer uso de las TIC de alguna u otra manera en sus clases, muchos de ellos lo hacen de una manera informal, sin tener previamente una capacitación sólida y formativa. Notamos una profunda necesidad de completar y complementar el conocimiento tecnológico que adquieren, con sus conocimientos disciplinar y pedagógico. Se pudo diferenciar a docentes con carencias y deficiencias en el manejo de herramientas, y a docentes que, a pesar de utilizar las TIC, necesitan mejorar y requieren una formación más avanzada. Ambos tipos de formación deberían estar enfocadas hacia la misma meta, la búsqueda de calidad educativa.

## 5. Referencias

Salinas, J. (1998). *Redes y desarrollo profesional del docente: Entre el dato serendipiti y el foro de trabajo colaborativo*. Universidad de Granada.

Rangel Baca, A., & Peñalosa Castro, E. (2013). *Alfabetización Digital en docentes de Educación Superior: Construcción y prueba empírica de un instrumento de evaluación*. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, (43), 9-23.

González Tirados, R.M; González Maura, V. (2007*). Diagnóstico de necesidades y estrategias de formación docente en las universidades*. Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653) nº 43/6 – 15 de agosto de 2007. EDITA: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2358650

Arànega, Susanna (2013). *De la detección de las necesidades de formación pedagógica a la elaboración de un plan de formación en la sociedad.* Cuadernos de docencia universitaria. Ediciones OCTAEDRO. Barcelona. Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9921-385-9. Recuperado de http://www.ub.edu/ice/sites/default/files/docs/qdu/25cuaderno.pdf

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C.F. y Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación.* (5ta Ed.) México: Mc. Graw Hill Interamericana.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C.F. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación.* (6ta Ed.) México: Mc. Graw Hill Interamericana.

# Una experiencia de enseñanza de robótica en la escuela primaria

Alicia Sposetti[1]
Instituto Privado Adscripto Galileo Galilei
sposetti@arnet.com.ar

Valeria Buttie[2]
Instituto Privado Adscripto Galileo Galilei
valeriabuttie@hotmail.com

Olga Palombarini[3]Instituto Privado Adscripto Galileo Galilei
palombariniolga@gmail.com

**Resumen:** Este trabajo tiene como antecedente la experiencia realizada en laboratorios teórico-prácticos de robótica para estudiantes pertenecientes a los últimos años de enseñanza media, en el marco del Convenio General entre la UNRC y el Gobierno de la provincia de Córdoba que comenzó a desarrollarse en agosto de 2015. Los laboratorios pretendían ofrecer a los estudiantes la oportunidad de acercarse a la tecnología desde otra mirada, aprender cómo es la lógica de funcionamiento de los dispositivos tecnológicos y como se pueden programar, pero desde una forma lúdica e interactiva. Los programas realizados en un lenguaje gráfico por bloques usando la herramienta Ardublock y traducidos al lenguaje Arduino, son grabados en el microcontrolador del robot construido con un kit educativo denominado Edutik10, de desarrollo local.

**Palabras clave**: Robótica- Ardublock - Arduino - Edukit10.

## 1. Introducción

Santiago Kovadloff [1], en un programa televisivo, afirmó que la identidad se construye con proyectos. En el Instituto Privado Galileo Galilei la metodología de proyecto para trabajar el currículo no es un concepto nuevo y lo ha incorporado con frecuencia a sus programaciones, en forma puntual o como una manera de organizar el currículum y trabajar a lo largo del año. La metodología de trabajar por proyectos tiene sus orígenes en el constructivismo que evolucionó a partir de los trabajos de Vygotsky, Bruner, Piaget o Dewey quienes

sostienen que los alumnos, aprenden construyendo nuevas ideas o conceptos, basándose en sus conocimientos actuales y previos [2].

Desde esta mirada la enseñanza de la robótica basada en proyectos es una estrategia educativa integral, busca la colaboración y la participación de los alumnos en las diferentes fases de desarrollo del mismo y al cual convergen las diferentes disciplinas en torno al tema de trabajo elegido, convirtiéndose éste en una parte importante del proceso de aprendizaje. Se plantean actividades que se adaptan a los intereses de los alumnos, se respetan las individualidades y las habilidades diferentes y cada uno aporta a la actividad propuesta en robótica.

El trabajo por proyecto, en una institución educativa inclusiva, es más valioso cuando se trabaja con grupos de alumnos que tienen diferentes estilos de aprendizaje, antecedentes culturales y niveles de habilidad diferentes. Las ideas que surgen a partir de acontecimientos y experiencias reales, que les interesan a los alumnos, darán lugar a respuestas y conclusiones reales y serán más difíciles de olvidar. Además, los alumnos encuentran los proyectos divertidos, motivadores y desafiantes porque desempeñan en ellos un papel activo tanto en la elección del tema a investigar como en todo el proceso de planificación y desarrollo.

## 2. Proyecto de robótica en la escuela

Este trabajo tiene como antecedente la experiencia realizada en laboratorios teórico-prácticos de robótica para estudiantes pertenecientes a los últimos años de enseñanza media, en el marco del Convenio General entre la UNRC y el Gobierno de la provincia de Córdoba que comenzó a desarrollarse en agosto de 2015. Los laboratorios pretendían ofrecer a los estudiantes la oportunidad de acercarse a la tecnología desde otra mirada, aprender cómo es la lógica de funcionamiento de los dispositivos tecnológicos y como se pueden programar, pero desde una forma lúdica e interactiva. Los programas realizados en un lenguaje gráfico por bloques usando la herramienta Ardublock y traducidos al lenguaje Arduino, son grabados en el microcontrolador del robot construido con un kit educativo denominado Edutik10, desarrollo local. Este kit es un desarrollo tecnológico de la empresa Informática y Telecomunicaciones 10, que realiza investigación y desarrollo orientado a robótica educativa [3].

Antes de iniciar el proyecto de robótica y una vez escogido el centro motivador para los alumnos, los profesores debieron identificar las habilidades o conceptos específicos que los estudiantes iban a aprender y en consecuencia fijaron los objetivos que permitieran el desarrollo del proyecto. Algunos aspectos que tuvieron en cuenta fueron:

- La idea proyecto: Los docentes estuvieron atento a todas aquellas propuestas motivadoras que pudieran dar origen a una investigación.
- Se definió el proyecto de forma correcta y se hizo una buena previsión en el tiempo, que permitió conseguir los objetivos sin perdernos en actividades que nos acaben cansando.
- Se comenzó por buscar aquellas ideas previas que los alumnos poseían sobre el tema a investigar para tratar de conectar y construir los nuevos aprendizajes a partir de lo que ellos sabían.

El trabajo por proyectos es una propuesta de enseñanza de robótica que permite el logro de propósitos educativos, por medio de un conjunto de acciones, interacciones y recursos planeados y orientados a la resolución de un problema o situación concreta y a la elaboración de una producción tangible. Con el trabajo por proyectos el alumno tiene la experiencia directa en el aprendizaje que se busca.

Los proyectos didácticos son entendidos como actividades planificadas que involucran secuencias de acciones y reflexiones coordinadas e interrelacionadas para alcanzar los aprendizajes esperados que, en el caso de robótica, favorecen el desarrollo de competencias. En el trabajo por proyectos los alumnos se acercan a la realidad, al trabajar con problemas que les interesan. Esta forma de trabajo les permite investigar, proponer hipótesis y explicaciones, discutir sus opiniones, intercambiar comentarios con los demás y probar nuevas formas de enseñanza.

### 2.1. Capacitación docente

Los docentes cuentan con extensas herramientas para llevar adelante la enseñanza a sus alumnos de varias maneras, pero reconociendo que los Sistemas Embebidos, más precisamente con las plataformas Arduino, tienen la posibilidad de proveer a los maestros de mayores y mejores herramientas que permiten ampliar la capacidad de enseñanza hacia sus alumnos, la escuela planificó un curso de capacitación docente.

En ese contexto como escuela nos propusimos solicitar a la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), la colaboración de profesores que pudieran aproximar a los docentes del Galileo Galilei a la programación.

Elegimos Edukit 10 porque es una innovación tecnológica con sentido social elaborado, por ingenieros de la UNRC, en Entorno Arduino además es una herramienta importante para el desarrollo de métodos lúdicos y que a su vez se permite que generen proyectos personales para

los alumnos, en este caso docentes, buscando la motivación de los cursantes para plantearse proyectos a futuro.

Según Díaz, al presentar la propuesta de capacitación se intenta colaborar en la formación de docentes para que sean capaces de desempeñarse adecuadamente en el saber hacer de esta área de la docencia, abordando el análisis de las características y funciones de los Sistema Embebido [4].

#### 2.2.1. Curso de capacitación: Primeros pasos de Programación utilizando un Entorno Arduino

El Curso de capacitación fue ejecutado por el Laboratorio de Sistemas Embebidos y Grupo de Sistemas de Tiempo Real, de la Facultad de Ingeniería del Dpto de Telecomunicaciones de la UNRC a cargo del Ing. Darío Walter Diaz.

Los objetivos del curso fueron: i. brindar herramientas para el inicio en lenguajes de programación, demostrando el alcance y potencial de los mismos; ii. Introducir y motivar a los cursantes al desarrollo de proyectos de docencia lúdica para el dictado de su curso; iii. Complementar, desde una faz práctica, la formación teórica que los cursantes puedan poseer.

Las clases se desarrollaron para la introducción, utilización de IDE Arduino y simulador Tinkercard, implementación de led sobre kit de desarrollo; a su vez se trabajó acerca de la implementación de botones y buzzer sobre kit de desarrollo, e implementación de sensores, serial y servos en el kit de desarrollo y propuestas de trabajo final.

## 3. Resultados

Uno de los resultados de la capacitación docente lo constituye el informe de los docentes de 5to y 6to grado denominado **La robótica en el aula**

### 3.1. Introducción:

El presente informe tiene como objetivo hacer conocer el uso de la robótica en la escuela primaria en general y en el Instituto Privado Galileo Galilei en particular, como un recurso importante para desarrollar contenidos propios de las ciencias naturales. Los sistemas digitales son determinantes en todos los órdenes de nuestras vidas, los estudiantes presentes y futuros son usuarios digitales La robótica en el ámbito de la educación presupone una política educativa innovadora e integral, en un contexto de cambio permanente, en el cual las habilidades relacionadas a las tecnologías digitales son fundamentales para el desarrollo, la inclusión social y la construcción de conocimiento de los

estudiantes. Sus vidas se encuentran atravesadas por diversas tecnologías, se comunican, exploran, aprenden y realizan la mayoría de sus actividades cotidianas con dispositivos tecnológicos y medios digitales. La educación digital, la programación y la robótica proponen modelos de enseñanza y aprendizaje que tienen correlato con la sociedad del conocimiento y con las demandas e intereses de los estudiantes. Además, se integran en los diferentes espacios curriculares de la escuela con aportes valiosos desde el abordaje pedagógico. En este sentido, a través de la robótica se implementarán actividades creativas y colaborativas en pos del desarrollo de la capacidad de resolución de problemas, de manera crítica y analítica, poniendo al alumno como protagonista en el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Desde las ciencias naturales se introduce el uso de las tecnologías de la información y la comunicación en el marco de la actividad científica escolar para obtener y ampliar información confiable sobre el mundo natural y artificial. En este sentido es importante que los estudiantes de 6to grado "A" y "B" del Colegio Galileo Galilei introduzcan en sus conocimientos, contenidos concernientes con los fenómenos físicos, más específicamente los relacionados con los cambios atmosféricos entre ellos la temperatura, considerando importante que los niños aprendan jugando, creando dispositivos que ayuden a comprender y a tomar conciencia sobre ahorro energético. Por otra parte, es fundamental reconocer que los lineamientos curriculares de la Provincia de Córdoba, considera como necesario que los conocimientos relacionados con las ciencias en general y de las ciencias naturales en particular, los estudiantes reconozcan y empleen la modelización como una forma de explicación de los hechos y fenómenos naturales.

Finalmente, el proyecto que se llevará a cabo con los alumnos de 6to grado tiene como objetivos generales desarrollar la capacidad del trabajo colaborativo y en equipo, alentando la inclusión en particular de alumnos con distintas capacidades, a través de diferentes tareas y roles asignados, promoviendo también el desarrollo de actividades que favorezcan la resolución de problemas, potencien situaciones de la vida cotidiana y del mundo actual, alentando un rol activo de los estudiantes de manera participativa y colaborativa, permitiéndoles conocer mejor el mundo, en este caso el fenómeno natural como es la temperatura, y desarrollar dispositivos para el ahorro energético.

### 3.2. Objetivos generales:

En el proyecto que se llevará a cabo con los estudiantes de 6to grado "A" y "B", se propondrán los siguientes objetivos:

- Desarrollar en los estudiantes capacidades y conocimientos vinculados a la cultura digital, el pensamiento computacional, la programación y la robótica.
- Ofrecer nuevas oportunidades de enseñanza y aprendizaje potenciando los contenidos del diseño curricular.
- Fomentar el aprendizaje innovador y colaborativo.
- Promover el vínculo colaborativo entre docentes y estudiantes, estos últimos como protagonistas de nuevos desafíos.

#### 3.2.1. Objetivos específicos:

- Adecuación de contenidos curriculares y propuestas de enseñanzas de las ciencias naturales.
- Identificación de fenómenos atmosféricos como los cambios de temperatura
- Reconocer las consecuencias del derroche de energía por el mal uso de equipos de aire acondicionado.

### 3. 4. Desarrollo del proyecto:

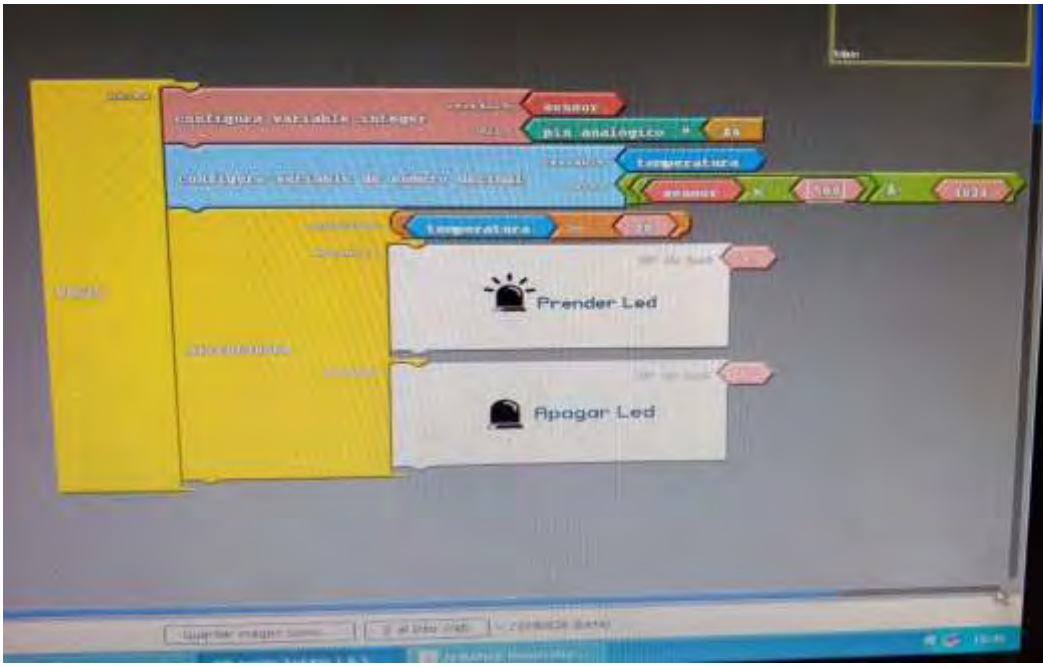
El proyecto se desarrollará en el Instituto Privado Galileo Galilei tal como se hizo mención anteriormente con los estudiantes de 6to grado "A" y "B". Desde las ciencias naturales se trabajará con contenidos relacionados con la temperatura en general, sus variaciones, fenómenos atmosféricos y meteorológicos, también se abordará sobre el gasto energético y la importancia del ahorro y cuidado. Los alumnos buscarán información al respecto y luego pasarán del ámbito teórico al ámbito concreto, programando a través del sistema Arduino un dispositivo que les permita "medir", valga el término, la temperatura en un espacio compartido como puede ser la cocina de una casa. Para llevar a cabo este proyecto contarán con la ayuda de las docentes y de tutores que, desde la sala de informática, una vez por semana programarán con bloques el

dispositivo y que se pondrá en funcionamiento cada vez que se produzcan determinadas situaciones tal cual los estudiantes lo hayan programado. También serán utilizadas maquetas para la representación de los espacios.

Para comenzar con la programación deberá seleccionarse un bucle, configurar una variable entera, con el sensor de temperatura, pin analógico A6. También deberá programarse una variable decimal de temperatura estableciendo la siguiente formula

$$T = \frac{V.500}{1024}$$

Entonces si la temperatura es mayor o igual a 28° se prenderá el led, por lo tanto si es menos se apagará. En un futuro ese led estará reemplazado por un cooler que funcionará como ventilación de espacios, específicamente de una maqueta que simulará un hogar.




### 3.5. Conclusiones

En el desarrollo del proyecto se identifican tres grandes momentos: inicio, desarrollo y socialización. El trabajo por proyectos didácticos

permitió a los alumnos acercarse gradualmente al mundo de los usos sociales, pues en cada momento se requiere que movilicen conocimientos previos y aprendan otros, trabajando con situaciones cercanas a la cotidianeidad escolar, de tal forma que aprenden a hacer haciendo. Con esta organización del trabajo en el aula, los alumnos obtienen mayores logros que con otras formas de enseñanza, pues en los proyectos didácticos el trabajo colaborativo y los intercambios comunicativos son elementos fundamentales que se adecuan a las características que tienen las prácticas.

El proyecto que se desarrolla, como se mencionó anteriormente tiene objetivos en relación a contenidos curriculares de las ciencias naturales, en relación a la robótica como recurso casi imprescindible para los tiempos que se presentan en relación al lenguaje digital y en el que se comunican cotidianamente los estudiantes y en relación con el desarrollo de capacidades tales como: la resolución de situaciones problemáticas, el desarrollo del pensamiento creativo y crítico y el trabajo colaborativo y grupal. Lo que se espera al final de este proyecto es que los estudiantes hayan avanzado en los aprendizajes planteados y fortalecido el pensamiento del uso de la robótica en el desarrollo de cualquier contenido concerniente a los diferentes espacios curriculares.

También arribamos a la conclusión que los sistemas programados pueden complejizarse para lograr mejores resultados a largo plazo.

## 4. Conclusiones y trabajos futuros

A modo de síntesis, como éste es un trabajo en proceso, podemos esperar que la aplicación sea tan motivadora como exitosa a la desarrollada hasta ahora por el equipo conformado por los ingenieros y alumnos avanzados de la UNRC, que actúan como tutores, los docentes de la Institución educativa receptora de la capacitación como por los alumnos actores principales de la programación, considerada la alfabetización de hoy.

## 5. Referencias


1. Kovadloff, S. 2019 En Palabra de Leuco. Programa emitido por TN
2. Karlin, M. & N.Vianni, 2001. Project-based learning. Medford, OR: Jackson Education Service District. Retrieved July 9, 2002, from http://www.jacksonesd.k12.or.us/it/ws/pbl/_17
3. Correa, C. y Ferreira Szpiniak. A. 2016 *Laboratorios Teórico-Prácticos en Robótica Educativa. XI Congreso de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación.*http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/53812/Documento

ompleto.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Consultado el 20 de agosto de 2019).

4. Diaz, W. 2019 *Primeros pasos de Programación utilizando un Entorno Arduino*. Facultad de Ingeniería. UNRC

1.Alicia Sposetti de Croatto es Magister en Epistemología y Metodología Científica y Lic. en Ciencias de la Educación en la UNRC. Ha realizado un postgrado en Metodología de la Investigación en Educación (Centro de Investigaciones en Ciencias de la Educación. CICE, Bs.As.), un Diplomado en Educación a Distancia. (Universidad Blas Pascal, Córdoba, Argentina) y un Diplomado en Tutor on line (Universidad de Salamanca, España). Dra. En Educación por el Consejo Iberoamericano en Honor a la Calidad Educativa (CIHCE), PhD Docteur en Philosophie des Sciencies en Administration des Affaires- EcoleSuperieureInternationale deBruxelles. Lima, Perú, 2011. Fue Prof. Efectiva en Metodología de Investigación en Ciencias Sociales; Investigación Educativa; Metodología y Técnicas de Investigación; Investigación Cuantitativa e Investigación Cualitativa en la Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Río Cuarto; y Docente Investigador Categoría II en el Programa de Investigación Nacional, Directora del Programa Investigación Evaluativa y Evaluación Institucional. De 1999 a2002 ha sido vicedecana de Facultad de Ciencias Humanas – UNRC. Autora de libros y revistas científicas en la temática de evaluación de la calidad educativa.Es Representante Legal del Instituto Privado Galileo Galilei (Río Cuarto- Cba.)E-Mail: sposetti@arnet.com.ar

2. Valeria Soledad Buttie es Licenciada en Enseñanza de Ciencias del Ambiente en la UTN San Francisco y Profesora en EGB I y II. Ha realizado una Especialización docente de Nivel Superior en Educación Primaria y TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), correspondientes al Programa Nacional de Formación Permanente. Ha participado en diferentes cursos y congresos. Jornada- taller "Diagnósticos actuales en la infancia y escuela: revisando paradigmas". Universidad Nacional de Río Cuarto, Departamento de Ciencias de la Educación. Facultad de Ciencias Humanas (2011), Curso: "Ideas para enseñar geometría". Ministerio de Educación y Cultura. Sindicato Argentino de Docentes Privados (2011), Curso: "Gestionar la enseñanza de la matemática en la educación primaria". Gobierno de la provincia de Córdoba. Ministerio de Educación (2012), Jornada de formación docente: "I jornadas internas de reflexión sobre la Práctica educativa- Hacer, Pensar, Sentir la escuela". Gobierno de la Provincia de Córdoba, Ministerio de Educación, Instituto Privado Galileo Galilei (2013), "Pensar la enseñanza de la geografía en la educación primaria" Gobierno de la Provincia de Córdoba, Ministerio de Educación, Red Provincial de Formación Docente Continua (2014), "Perspectiva para la enseñanza de identidad y convivencia/ ciudadanía y participación". Gobierno de la Provincia de Córdoba, Ministerio de Educación, Red Provincial de Formación Docente Continua (2014), Docente orientador de estudiante de la Unidad Curricular Práctica III: "El aula, espacio del aprender y del enseñar". Ministerio de Educación. Dirección General de Educación Superior. Instituto Superior "Ramón Menéndez Pidal". (2014), "Curso metodológico específico Oralidad, lectura y escritura, con énfasis en comprensión lectora y con foco en CIENCIAS NATURALES", que se desarrolla en el marco del Programa Nacional Nuestra Escuela. Eje 2: "Ampliación de conocimiento didáctico", (2016), Primeros pasos en la programación utilizando un entorno arduino, Universidad Nacional de Río Cuarto (2019). Actualmente

se encuentra cursando una **Especialización Docente de Nivel Superior en la Enseñanza de Ciencias Naturales en la Educación Primaria en el Instituto Superior Carlos Alberto Leguizamón en Córdoba.** Es docente de quinto y sexto grado del Instituto Privado Galileo Galilei.

3. Olga Palombarini es Lic. en Educación Primaria extendido por la UNSE, Maestra en Educación Primaria título extendido por Instituto Ramón M. Pidal en Río Cuarto. Ha realizado un postítulo en "Gestión y Conducción Educativa" (Ministerio de Educ. de Córdoba). Ha realizado desde 2012 a 2019 la siguiente formación docente: "Diseño de instrumentos de evaluación" Ministerio de Educación de la Nación. "Robótica en la escuela"(UNRC Facultad de Ingeniería). "Enfocar la enseñanza desde la diversidad: una alternativa para la inclusión" (Ministerio de Educación de la Nación)"El desafío de la evaluación formativa" (Ministerio de Educación de la Nación)."Especialización en Matemática en Educación Primaria"( Ministerio de Educación de la Nación). "Jornada Institucional ESI "es parte de la vida, es parte de la escuela". Instituto Privado Galileo Galilei)"Perspectiva para la enseñanza de Identidad y Convivencia ".(Red Provincial de Formación Docente Continua. Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba). "Jornadas Internas de Reflexión sobre la Práctica educativa-Hacer, Pensar, Sentir la Escuela" (Instituto Privado Galileo Galilei) "Fortalecimiento de las Ciencias Sociales en la escuela". Red Provincial de Formación Continua. Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba. Participante del III Congreso Provincial de Buenas Prácticas en Educación: "Proyecto CON-VIVIENDO la ESCUELA: Una experiencia de orientación educativa desde el Aula Flexible" Gobierno de la Provincia de Córdoba. Ministerio de Educación, Subsecretaría de Promoción de Igualdad y Calidad Educativa. "Gestionar la enseñanza de la matemática en la Educación Primaria". Ministerio de Educación de la Nación. Desde 2002 a la actualidad es docente del nivel primario en el Instituto Privado Galileo Galilei.

# Influencia de las características demográficas de docentes de posgrado en el desarrollo de las competencias digitales

Miriam Elideht Argüello Moreno[1] y Juan Manuel Ramos Quiroz[2]

[1]Escuela Superior de Comercio y Administración, Unidad Santo Tomás
Instituto Politécnico Nacional (México)
marguellom@ipn.mx

[2]Escuela Superior de Comercio y Administración, Unidad Santo Tomás
Instituto Politécnico Nacional (México)
jramosq@ipn.mx

**Resumen.** El presente documento pretende describir el diseño teórico-metodológico, así como los resultados esperados de una investigación acerca del desarrollo de competencias digitales en profesores de posgrado del Instituto Politécnico Nacional, relacionado con sus características generacionales. El enfoque de la investigación es cuantitativo y para la recolección de información se empleará un cuestionario mixto. El propósito es obtener información sobre el nivel competencial en materia digital de los docentes con respecto al Marco Común de Competencia Digital Docente de 2017, así como elaborar una caracterización de los profesores que permita identificar si los factores demográficos condicionan el desarrollo de competencias digitales, con el fin de que dichos datos sean considerados al diseñar los programas de formación docente en TIC.

**Palabras clave:** Competencias digitales. Docentes. Posgrado. Brecha generacional.

## 1. Introducción

A partir de la proliferación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), durante la última mitad del siglo XX, distintos ámbitos de la vida cotidiana han sido modificados, uno de ellos es el educativo, pues, tal como afirman Avendaño y Guacaneme (2016), los avances en la tecnología y la virtualidad han permitido el apogeo de las comunidades de aprendizaje y la movilización de saberes, traspasando así las barreras del espacio y el tiempo, y haciendo el proceso educativo más flexible.

La llegada de las TIC a la educación exige que la comunidad académica reflexione acerca de las formas en que las personas aprenden, se comunican y enseñan (Parra, 2011), esto significa que los docentes están obligados a conocer y desarrollar las competencias digitales necesarias para explotar la tecnología en beneficio de la educación.

La UNESCO (2016) menciona que las competencias digitales son básicas en la llamada "era digital". Éste y otros organismos internacionales han trabajado para desarrollar estándares en TIC y recomendaciones educativas enfocadas en mejorar la calidad de la educación empleando la tecnología. Bajo este objetivo, en 2017 el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado en España (INTEF) publicó el Marco Común de Competencia Digital Docente, el cual desglosa las 21 competencias digitales que deben poseer los docentes del siglo XXI.

Los adelantos tecnológicos y la globalización también han trascendido negativamente, pues han generado brechas que causan desigualdad en el acceso y aprovechamiento de la tecnología (Avendaño y Guacaneme, 2016). Una de ellas es la brecha generacional, misma que surge porque los docentes y los estudiantes que conviven en el ambiente educativo pertenecen a diferentes generaciones, por lo tanto, tienen características distintas.

La mencionada brecha representa una barrera que impide concretar los objetivos propuestos por los organismos internacionales. Autores como Rangel (2015); González, López y Estévez (2017); Fernández, Leiva y López (2017) y Cruz y Sánchez (2018), entre otros, han abordado el tema de las competencias digitales en docentes de educación superior y han descubierto que factores como la edad, el género, el grado y la formación académica influyen en el desarrollo de la mismas; además, sus resultados muestran que los docentes usan herramientas tecnológicas para digitalizar la información.

Después de analizar y concluir el estado del arte se observó que, España es el país que más ha investigado acerca del tema de competencias digitales docentes en el nivel superior (165 artículos). Para el caso específico de México, la búsqueda arrojó siete artículos, de los cuáles ninguno pertenece al Instituto Politécnico Nacional (IPN).

Ante este panorama, y con la finalidad de encontrar alternativas que contribuyan a la mejora de la calidad de la educación superior a través de la tecnología, se lleva a cabo una investigación cuyo objetivo es examinar las competencias digitales de los docentes de algunos programas de posgrado del IPN, con base en el Marco Común de Competencia Digital Docente de 2017 e inferir si la brecha generacional condiciona el desarrollo de dichas competencias.

## 2. Materiales y métodos

El tipo de estudio es descriptivo correlacional (Behar, 2008), ya que se busca establecer características demográficas de la población a estudiar. Además, se pretende hacer una caracterización según la edad de los profesores para establecer comportamientos concretos y descubrir si dicho factor es un condicionante para el desarrollo de las competencias digitales. Para lo anterior, es necesario llevar a cabo un diagnóstico tomando como base el Marco del INTEF.

El enfoque es cuantitativo (Hernández, Fernández y Baptista, 2014), ya que se quiere obtener datos empíricos de los docentes, que permitan llevar a cabo la caracterización antes mencionada, así como información cuantificable de las competencias digitales que han desarrollado.

Respecto al método a utilizar, es el hipotético-deductivo porque se desea comprobar si la brecha generacional es un factor determinante en el desarrollo de las competencias digitales.

La población objetivo son los 1,112 docentes de los centros de investigación (CI) del IPN, debido a que dichos centros se dedican a la investigación y, únicamente, imparten programas de posgrado. La muestra fue determinada bajo la siguiente fórmula, obteniendo como resultado 172 docentes:

$$n = \frac{N \times Z_{\propto}^{2} \times p \times q}{d^{2} \times (N-1) + Z_{\propto}^{2} \times p \times q}$$

Las variables son la brecha generacional y las competencias digitales, divididas en dimensiones como son la edad, la formación académica, el género, la experiencia docente, los valores, las actitudes y las creencias respecto al desarrollo de competencias digitales; mientras que las dimensiones de la segunda variable son las cinco áreas competenciales que indica el INTEF.

La recolección de datos se hará mediante dos cuestionarios, el primero se dedicará a indagar acerca de las dimensiones definidas para la brecha generacional y será mixto, se utilizará como referencia el instrumento de Boza, Tirado y Guzmán (2010) para las actitudes, las postulaciones de Chirinos (2009) para los valores y las de Caicedo y Rojas (2014) para las creencias. El segundo abarcará lo correspondiente a las competencias digitales y será cerrado. Éste se elaborará con base en los niveles competenciales del Marco del INTEF, lo que ayudará a identificar en qué nivel se encuentran los docentes.

Para validar dichos instrumentos será necesario aplicar una prueba piloto a los docentes que participan en los posgrados que ofrece la Escuela Superior de Comercio y Administración, unidad Santo Tomás (ESCA S.T) del IPN y, posteriormente, se utilizará el coeficiente de Alpha de Cronbach. El método estadístico para el análisis de datos será la correlación del orden de los rangos de Spearman, creando una gráfica de dispersión y empleando el programa Minitab.

## 3. Resultados esperados

Los resultados esperados tras llevar a cabo la investigación son:

- La obtención de información fiable sobre el nivel competencial en materia digital de los docentes de posgrado del IPN con respecto al Marco Común de Competencia Digital Docente de 2017.
- Contar con una caracterización de los docentes de posgrado que permita identificar si los factores demográficos condicionan el desarrollo de competencias digitales.

## 4. Conclusiones

La tecnología avanza exponencialmente y modifica el contexto de los individuos, por tanto, la educación tiene la obligación de evolucionar a la par, en consecuencia, los

actores que intervienen en el proceso educativo deben ser capaces de emplear las herramientas tecnológicas para generar aprendizaje significativo y, así, contribuir con la mejora de la calidad del ámbito educativo. Derivado de lo anterior, resulta imperativo que los docentes, desarrollen aquellas competencias que les permitan implementar la tecnología en su quehacer diario, con fines y objetivos bien establecidos.

La información recopilada en el estado del arte muestra que los docentes utilizan las TIC para digitalizar la información, sin embargo, siguen replicando las prácticas pedagógicas que surgieron en el siglo XIX, lo que lleva a concluir que, aún no han desarrollado las competencias digitales necesarias para el siglo XXI. Asimismo, sugiere que la edad es un factor determinante en el desarrollo de competencias digitales, pero, al mismo tiempo, la motivación de los docentes es un elemento esencial en la consecución de dichas competencias.

La información obtenida en esta investigación podrá servir como complemento durante la detección de necesidades de formación docente que lleva a cabo el IPN, pues se podrá utilizar para llevar a cabo una triangulación entre lo que el profesor solicita, lo que necesita y lo que ofrece el programa de formación. Asimismo, la caracterización proveerá datos que pueden ser analizados en investigaciones subsecuentes para determinar comportamientos que pueden ser considerados durante el diseño de los programas de formación docente.

## 5. Referencias

Avendaño, W. R. y Guacaneme, R. E. (2016). Educación y globalización: una visión crítica. *Civilizar. Ciencias Sociales y Humanas, 16*(30), p.p. 191-206.

Boza, A., Tirado, R. y Guzmán, M. D. (2010). Creencias del profesorado sobre el significado de la tecnología en la enseñanza: influencia para su inserción en los centro docentes andaluces. *Relieve, 16*(1), p.p. 1-24.

Chirinos, N. (2009). Características generacionales y los valores. Su impacto en lo laboral. *Observatorio Laboral Revista Venezolana, 2*(4), p.p. 133-153.

Cruz, H. C. y Sánchez, M. Y. (2018). Las TIC en los procesos educativos de un centro público de investigación. *Revista de Innovación Educativa, 10*(1), p.p. 56-70.

Fernández, E.; Leiva, J. J. y López, E. (2017). Competencias digitales en docentes de Educación Superior. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, 12*(1), p.p. 213-231. DOI: http://dx.doi.org/10.19083/ridu.12.558

Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, M. P. (2014). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México, México: McGraw-Hill

Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. (2017). *Marco común de Competencia Digital Docente*. España: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Rangel, A. (2015). Competencias docentes digitales: propuesta de un perfil. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 46*, p.p. 235-248. DOI: http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.15

UNESCO. (2016). *Competencias y estándares TIC desde la dimensión pedagógica: Una perspectiva desde los niveles de apropiación de las TIC en la práctica educativa docente*. Cali, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

# Aplicación Android para la enseñanza de matemáticas en personas jóvenes y adultas con discapacidad cognitiva

Gisel Bustos[1] Mariam Calmels[1] Bárbara Molina[1] María José Rustán[1]

[1]Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)

gisel.bustos@alumnos.unc.edu.ar
calmariam@gmail.com
barbimolina6@gmail.com
mjrustan@hotmail.com

**Resumen.** Se desarrolló una aplicación para Android focalizada en la asignatura matemática, adaptada a las capacidades cognitivas de los usuarios, sus gustos y principalmente su edad. Se trabajó en conjunto con un centro Educativo Terapéutico para jóvenes y adultos con discapacidad intelectual que cubre todas las áreas de aprendizaje. Allí se pudo detectar, en distintas asignaturas, que el material didáctico disponible no se adecuaba a la edad de los alumnos. Con el desarrollo de esta aplicación se busca promover el acceso de las personas con discapacidad a los sistemas y tecnología de la información y las comunicaciones.

**Palabras clave:** Matemática, aplicación Android, discapacidad, enseñanza.

## 1. Introducción

Se llevó a cabo el desarrollo de una aplicación móvil a partir de la identificación de un problema social vinculado a la diversidad funcional, paradigma relacionado a la rehabilitación, la accesibilidad y las personas en situación de discapacidad.

Para esto se realizó una vinculación con un Centro Educativo Terapéutico y Centro de Día para jóvenes y adultos con discapacidad intelectual. En dicho centro se indagan las herramientas para lograr en los alumnos mayor independencia.

## 2. Objetivos

Se desarrolló una aplicación centrada en la asignatura matemática, la cual se adaptó a las capacidades cognitivas de los usuarios, sus gustos y principalmente su edad. Es por esto que, con el desarrollo de la misma, el mayor interés es promover el acceso de las personas con discapacidad a los sistemas y tecnología de la información y las comunicaciones, incluidas internet.[1]

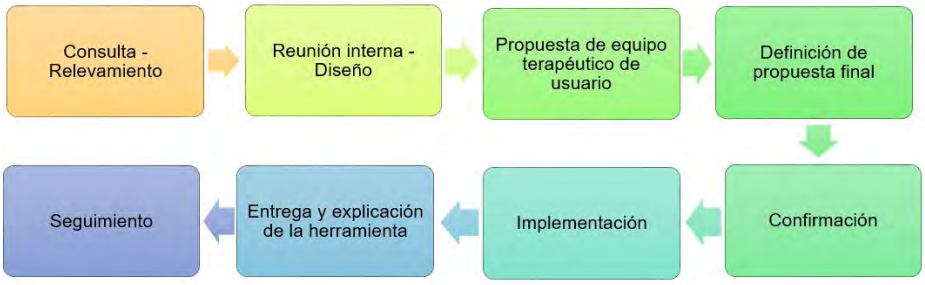
# 3. Materiales y métodos

## 3.1 Metodología

Se realizó un diseño a medida, buscando un uso equitativo, simple e intuitivo, para que sea fácil de entender, más allá de la experiencia del usuario, conocimientos, habilidades del lenguaje o su nivel de concentración.

## 3.2 Protocolo de trabajo

El desarrollo se basó en el protocolo y modalidad de trabajo para diseños a medida y adaptaciones. El mismo consta de ciertos pasos a seguir, en un orden determinado. Pero a su vez, presenta cierta flexibilidad, pudiendo volver a pasos anteriores, para mejorar propuestas o adquirir una visión con mayor información sobre la problemática que se esta abordando.




**Figs. 1.** Diagrama del Protocolo de Trabajo

## 3.3 Desarrollo de la aplicación

El diseño y desarrollo de la aplicación fue llevado a cabo en la plataforma MIT app inventor. Este sistema es gratuito y de fácil manejo, por lo que se consideró adecuado para la ejecución de este proyecto. Permite elaborar aplicaciones compatibles con el sistema operativo Android, la programación se realiza enlazando bloques. Se buscó un diseño simple, con botones grandes, para un uso sencillo de personas con disminución visual o complejidad en la motricidad fina de las manos. A su vez, se realizó un diseño alegre y de cierta forma adulta, para dar sentido de pertenencia al usuario y fomentar la incorporación de esta herramienta en sus rutinas diarias. Adicionalmente, se incorporó reproducción de texto a voz para mejorar la percepción de la información y generar una guía en el ingreso a la aplicación y en cada una de sus interfaces. Los ejercicios se dispusieron en tres niveles:

- Nivel 1: Suma (rango numérico de 0-10)
- Nivel 2: Mayor y menor (rango numérico de 0-100)
- Nivel 3: Suma y resta (aleatoria, rango numérico de 0-1000)

Los niveles se basan en las diferentes habilidades lógicas de los usuarios. Se decidió llamarlos “tomos” (Tomo 1, Tomo 2, Tomo 3) para no hacer evidente el

manejo de números que tiene cada uno de los mismos. Depende entonces del docente a cargo, asignarle el tomo a cada uno de los usuarios, según el nivel lógico que manejen.

# 4. Resultados y Discusión

## 4.1 Resultados

Se logró que los jóvenes y adultos del centro educativo incorporen el uso de esta aplicación en un período de tiempo corto. Esto se debe al diseño intuitivo de la misma, logrando así la resolución de los ejercicios de manera autónoma, lo cual constituyó la base principal de nuestros objetivos. La aplicación se desarrolló para instalarla en las tablets con las que cuenta la institución. Fue muy satisfactorio el entusiasmo manifestado por los usuarios al requerir disponer de la misma en sus teléfonos móviles personales, para lo cual se procedió a realizar la correcta instalación en los mismos.

A continuación, se pueden ver algunas imágenes de la aplicación realizada, se la llamó IncMath (por Inclusive Mathematics, Matemática Inclusiva).

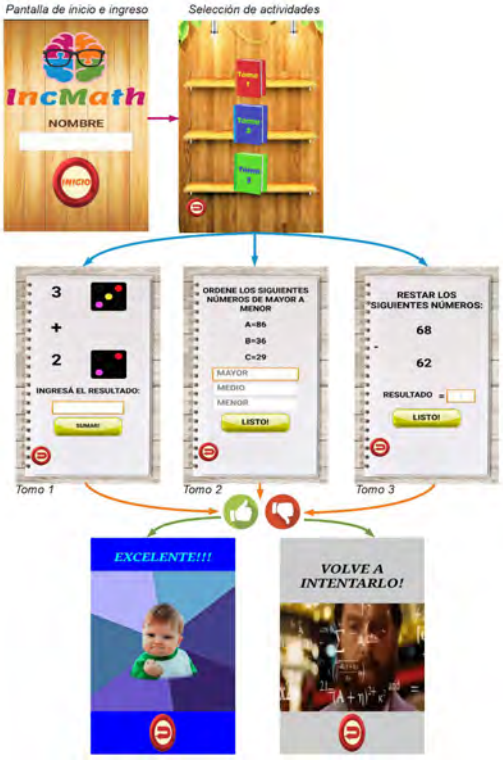



**Fig. 2.** Flujo de pantallas de la aplicación

Este es el resultado final y dista de la versión orginal en algunos aspectos, los cuales se fueron modificando y mejorando con las devoluciones y recomendaciones ofrecidas tanto, por parte de los usuarios como del cuerpo terapéutico.

### 4.2 Discusión de los hallazgos

La aplicación se diseñó en base a los contenidos que se dictan en una institución en particular, por lo que sería conveniente analizar la factibilidad de implementarla en otros usuarios con las mismas características, evaluando si se necesitan modificaciones, o realizar una aplicación más genérica.

Se tiene como objetivo a futuro, poder desarrollar aplicaciones a medida, teniendo en cuenta manejo de niveles lógicos, nesecidades específicas y gustos de los usuarios.

## 5. Conclusiones

Se logró desarrollar una herramienta, que le brinda a los usuarios la posibilidad de resolver, sin la necesidad de la supervisión de un profesor, los ejercicios propuestos. La independencia moral es una premisa esencial, por ello es la base de este trabajo. Luego de presentar la aplicación y observar la performance de la misma durante la etapa de testeo, se logró dar conformidad con los resultados obtenidos.

Sin lugar a duda, la detección de la problemática, la herramienta propuesta, el diseño y el perfeccionamiento, y su posterior implementación, no podrían haberse logrado sin la buena predisposición y guía de la directora y el cuerpo docente de la fundación con la que se trabajó.

Esta aplicación se desarrolló en base a una sola asignatura, sin embargo, puede surgir la implementación en otras, como lengua y ciencias. Se recomienda contar con el asesoramiento y guía del cuerpo de profesores, para lograr la óptima adaptación de contenidos.

## 6. Referencias

1. Naciones Unidas, 2001. Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad y su protocolo facultativo.
2. World Health Organization. (2001). Clasificación internacional del funcionamiento de la discapacidad y de la salud: CIF.
3. MARTÍN-LABORDA, R. (2005). Las nuevas tecnologías en la educación. Madrid. Fundación AUNA.

# Una propuesta de implementación de Octave y Arduino en la asignatura Álgebra y Geometría Analítica

Marta Cecilia Vidal[1] , Lorena Cofré[1]

[1]Universidad Tecnológica Nacional.
Facultad Regional Bahía Blanca.
Argentina.
mcvidal@criba.edu.ar
cofrelorena7@gmail.com

**Resumen.** Las tecnologías de la información y la comunicación son un recurso pedagógico cuya incorporación nos brinda la posibilidad de desarrollar nuevas estrategias didácticas. Como docentes debemos saber aprovechar su potencial en cada contexto. En tal sentido la incorporación de software libre y gratuito está cobrando en distintos ámbitos en general, y en el educativo en particular, una importancia cada vez mayor. Nos brindan la posibilidad de ejecutarlo desde cualquier sitio sin necesidad de afrontar los altos costos que supone otro tipo de software. En este trabajo se presenta una propuesta con la cual se pretende que los estudiantes de la asignatura Álgebra y Geometría Analítica tengan un primer contacto con el software Octave como así también incorporen conceptos de computación física a través de la programación de una placa Arduino desde dicho programa. La facilidad de programación tanto del lenguaje Octave como de Arduino, nos incentiva a incorporar estas herramientas en la docencia superior a partir de las primeras asignaturas que así lo permitan, para proveer a los estudiantes de competencias necesarias en las materias más avanzadas.

**Palabras clave:** Software libre. Octave. Arduino.

## 1. Introducción

Las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) son en la actualidad una parte del proceso de enseñanza- aprendizaje. Entre ellas, debemos tener la mirada puesta en el software libre y gratuito, ya que nos brindan un gran potencial sin la necesidad de afrontar enormes costos y con la gran ventaja de que los estudiantes lo pueden ejecutar libremente desde sus computadoras.

Entre la gran cantidad de software libre y gratuito disponible en la actualidad se encuentra GNU Octave [1]. Es un lenguaje de alto nivel, creado para trabajar con matrices, que provee una interfaz sencilla y con una gran cantidad de herramientas que permiten resolver problemas de álgebra lineal y cálculo numérico, entre otros. Su incorporación ofrece enormes ventajas, ya que es una alternativa libre, accesible y confiable para reemplazar a Matlab. Es sabido que este último es ampliamente

utilizado por ingenieros tanto en investigación como en su ejercicio profesional. Sin embargo las restricciones y los costos de las licencias limitan el acceso y el uso al estudiante.

En esta propuesta se pretende por un lado introducir al estudiante de la asignatura Álgebra y Geometría Analítica en el manejo de Octave. Por otro lado se intenta incorporar conceptos de pensamiento computacional y computación física a través de la programación de una placa Arduino [2] desde dicho programa. Arduino es una plataforma o placa de desarrollo electrónica de software y hardware libre, basado en una placa con un microcontrolador y un software que facilita su uso. Permite transformar las órdenes que se den desde Octave en señales eléctricas que controlan el Hardware de Arduino, obteniendo sobre sus pines de salida respuestas físicas tangibles, por ejemplo, indicadores leds. Tiene la ventaja que el alumno no tiene que poseer un amplio conocimiento ni de electrónica ni de programación. Este hecho sumado a la facilidad de programación tanto del lenguaje Octave como de Arduino, nos incentiva a incorporar estas herramientas en la docencia superior a partir de las primeras asignaturas para proveerlos de competencias necesarias en materias más avanzadas.

## 2. Materiales y métodos

En este trabajo se propone la resolución de un sistema de ecuaciones lineales, para lo cual los estudiantes deberán programar el proceso de eliminación de Gauss [3] mediante códigos escritos en Octave. En este método, un elemento pivote igual a cero indica que los multiplicadores correspondientes quedan indeterminados, con lo cual será necesario realizar un pivoteo. Se les pide a los alumnos que este hecho quede visible en la placa de Arduino por medio del encendido de un indicador led. Como se dijera anteriormente Arduino permite transformar indicaciones programadas en Octave en señales eléctricas, entre ellas encendidos de leds. Para ello deberán dar la orden desde Octave a la placa Arduino, logrando que se encienda un indicador led en el caso que sea necesario realizar un pivoteo y que solo titile en caso contrario.

Para llevar adelante esta propuesta es necesario instalar el software libre Octave 4.0 (o posterior), el paquete Arduino y parte del proyecto Octave Forge que proporciona una implementación similar a la extensión Arduino para Matlab. Se debe contar con una conexión USB que permita transmitir información entre un ordenador y la placa Arduino. En la fig.1 se muestra la conexión entre ambos.

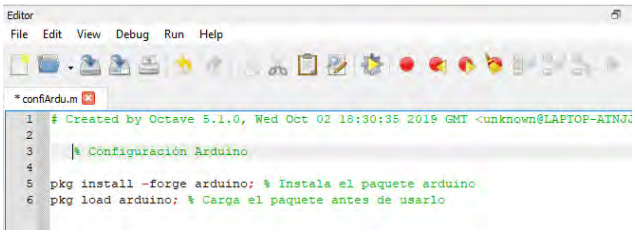



**Fig. 1.** Conexión entre Octave y Arduino.

La instrucción “arduinosetup” crea un proyecto temporal (fig.2) , con los archivos de las herramientas de Arduino con el cual se abre la interface de programación (IDE) para su configuración. Allí debemos seleccionar las librerías necesarias, el puerto al que está conectado el Arduino y la placa. Finalmente compilamos y cargamos esta configuración desde el IDE a la placa.

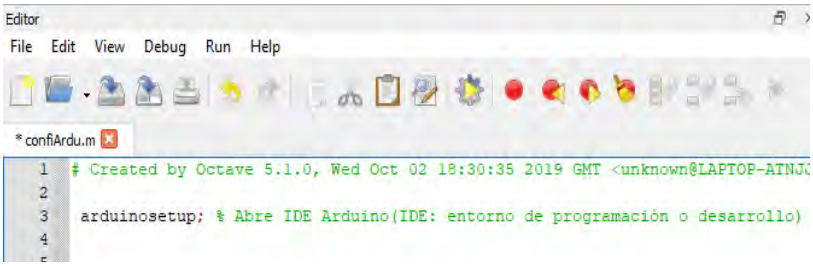



Fig.2. Creación de proyecto temporal.

Si tenemos un solo dispositivo Arduino conectado a la computadora, entonces crearemos en Octave un objeto Arduino con un determinado nombre. Esto se puede apreciar en la fig.3.

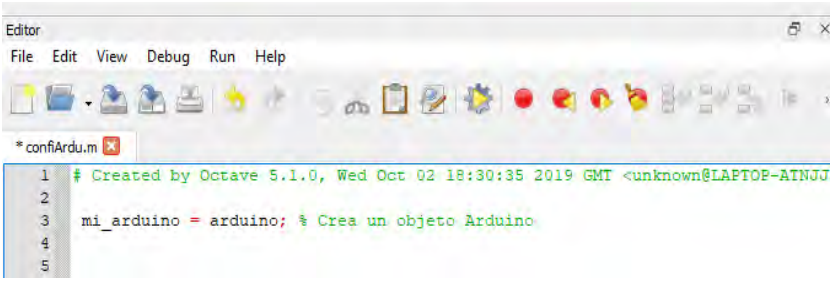



Fig.3. Creación de objeto Arduino.

Por último sólo nos queda programar el código invocando al objeto “mi_arduino”, y de esta manera interactuar con los pines de salida o entrada. En la fig.4 se muestra la conexión entre el ordenador y la placa Arduino.

Fig.4. Conexión entre el ordenador y la placa Arduino

## 3. Resultados

Esta propuesta forma parte de un trabajo en progreso, la cual será implementada en el primer cuatrimestre del año 2020 en la asignatura Álgebra y Geometría Analítica. Las expectativas están puestas en la obtención de resultados concretos en el manejo del Software Octave, los cuales obtendremos mediante una evaluación luego de un trabajo grupal. Asimismo se evaluará a través de encuestas el factor motivacional.

## 4. Conclusiones

Se presentó una propuesta muy sencilla, teniendo en cuenta los escasos conocimientos previos de programación y computación física que posee en general un estudiante de primer año de una carrera de ingeniería. Se pretende a través de ella que los estudiantes de la signatura Álgebra y Geometría Analítica tengan un primer contacto con el software Octave como así también incorporen conceptos de computación física realizando una interfaz entre dicho programa y una placa Arduino. Esta propuesta tiene la ventaja de llevar adelante procesos creativos que pueden realizarse en trabajos grupales a través del aprendizaje colaborativo. Por otra parte su incorporación en una de las primeras asignaturas de su carrera, con el nivel que sus conocimientos permiten, resulta motivadora y provee a los estudiantes de competencias necesarias en las materias más avanzadas.

## 5. Referencias


1. Eaton, J.W, Bateman D., Hauberg S.y Wehbring K. (2019). *GNU Octave version 5.1.0 manual: A high-level interactive language for numerical computations.* URL https://www.gnu.org/software/octave/doc/v5.1.0/.
2. Banzi, M. (2009). *Getting Started with Arduino*. Publisher: O'Reilly Media, Inc. ISBN: 9780596155704.
3. Lay, D. C. (2007). *Álgebra lineal y sus aplicaciones*. Pearson Education. ISBN 978-970-26-0906-3.

# PRÁCTICA EXPERIMENTAL, TIC Y ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA PARA CARRERAS DE INGENIERÍA Y CIENCIAS NATURALES.

Javier F. Martín[1], Edgardo A. Gutierrez[1] y Mariano A. Nicotra[1]

[1]Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
javier.martin@unc.edu.ar

**Resumen.** Este trabajo se refiere a una investigación en avance subvencionada por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba donde se investiga la posibilidad de complementar las Practicas Experimentales Presenciales que se realizan en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales introduciendo Prácticas Experimentales No Presenciales en las asignaturas de Física básica.

**Palabras clave:** Física. Practica Experimental. Educación no presencial. TIC.

## 1. Introducción

Sabemos que la enseñanza basada en la transferencia pasiva de conocimientos no modifica sustancialmente las estructuras cognitivas de los estudiantes (Ausubel, Novak & Hanesian, 1983). También se sabe que la Práctica Experimental (PE) es una de las acciones didácticas a las que los docentes pueden apelar al momento de intentar abordar la construcción de un concepto específico dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje, puesto que la PE es una estrategia educativa que, a partir de una situación problemática concreta, permite formular hipótesis y validar resultados mediante el razonamiento y la argumentación (Gutiérrez, 2018).

También se sabe que, a pesar del esfuerzo materializado en distintas propuestas educativas, desde mediados del siglo pasado el colectivo de investigación en enseñanza de la ciencia destaca que los resultados del aprendizaje no han sido del todo satisfactorios (Hodson, 1994). A partir de estos estudios se buscó producir mejoras en la PE, orientadas a lograr clases en el laboratorio en las cuales las actividades se realicen con grupos reducidos de estudiantes, con equipamiento moderno y en buenas condiciones de funcionamiento, con tiempos suficientes para tomar y procesar los datos, y con una amplia variedad de experimentos, (Lucero, P., & Kofman, H., 2005). En muchas instituciones educativas, en los distintos niveles de

la educación, estos intentos están en tensión con la realidad que propone cursos masivos de estudiante, laboratorios mal equipados o con problemas de funcionamiento, que hace que en las Practicas Experimentales Presenciales (PEP) no se puedan desarrollar todas sus potencialidades.

Actualmente incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los ámbitos educativos facilita su incorporación en la PE, propiciando en los estudiantes el desarrollo de competencias digitales. Cuando se asocian las TIC y la PE se mejora la precisión que se logra en la toma de datos, la objetividad de su lectura, la velocidad y la facilidad con la que se pueden procesar y almacenar, la sencillez con que se pueden construir curvas experimentales y gráficos, aspectos referidos a la PE que propician mejores aprendizajes (Martín, 2014).

Nuestro tiempo está marcado por los acelerados cambios que conlleva el uso de las TIC, ante los cuales el contexto educativo no puede permanecer indiferente, la transformación digital es tan acelerada, que adaptar a tiempo los contenidos y las formas de enseñarlos a la realidad cambiante, parece toda una utopía a la que no debemos renunciar. Las TIC pueden complementar, enriquecer y transformar la PE en el ámbito de la Enseñanza de la Física de distinta manera.

En este contexto nuestro trabajo hace referencia a un proyecto de investigación en curso subvencionado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba denominado *"Práctica Experimental, TIC y Entornos Virtuales de Aprendizaje en la enseñanza de la Física para carreras de Ingeniería y Ciencias Naturales",* en el cual trabajan los autores y que ese ejecutara en el periodo 2018 – 2021 donde se investiga la posibilidad de complementar las PE Presenciales que se realizan en las asignaturas de Física Básica introduciendo PE No Presenciales.

## 2. Características del Proyecto

### 2.1. Preguntas de investigación

¿Podrá una PE clásica y presencial, con probada y valorizada eficiencia como instrumento de enseñanza y de aprendizaje, verse enriquecida incorporando y/o complementándose con los beneficios que implica el uso de TIC?

### 2.2. Otras preguntas que buscan respuestas:

¿Será posible diseñar una serie de actividades en un Entorno de Aprendizaje Virtual (simulaciones, laboratorios remotos, realidad aumentada y narrativa transmedia) que permitan complementar de manera efectiva, la PE presencial?
¿Podrá la incorporación de las TIC a la PE producir una mejora en el aprendizaje procedimental de los estudiantes en los cursos de Física?
¿Podrá la implementación de prácticas experimentales virtuales estimular el interés de los estudiantes, potenciando sus aprendizajes?

### 2.3. Objetivo General:

Mejorar y modernizar la Enseñanza de la Física Experimental en las carreras de Ingeniería, Geología y Ciencia Biológicas de la FCEFyN de la UNC incorporando TICs.

### 2.4. Objetivos Particulares:

Generar nuevas habilidades en el uso práctico de las TIC, en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Física adecuando las PE para que los estudiantes utilicen eficientemente las herramientas tecnológicas que tienen disponibles (celulares, internet, redes sociales, etc.) desarrollando competencias digitales.
Incluir realidad aumentada y contenido audiovisual transmedia para completar las PE presenciales.
Fomentar el acceso a laboratorios virtuales y/o laboratorios remotos antes o después de realizar la PE presencial.

## 3. Conclusión

Como mencionamos anteriormente esta es una investigación en pleno desarrollo así que a modo de conclusión expondremos algunos resultados parciales que disponemos al momento de escribir este trabajo y nos interesa detallar a continuación:

1) De la investigación bibliográfica realizada surgen como interesantes, las siguientes herramientas tecnológicas para instrumentar las PE No Presenciales:
   - La Simulación. Es una herramienta que se utiliza para resolver de manera sencilla problemas complejos. Las Simulaciones permiten reproducir y desarrollar en ambientes virtuales, situaciones reales. Desde este punto de vista resulta muy atractivo introducir una herramienta de simulación en la Enseñanza de la Física, desde los primeros años de estudio, principalmente en las carreras científico-tecnológicas. (Martín, 2017; Barneto y otro 2006).
   - La Realidad Aumentada. No reemplaza el mundo real por uno virtual, sino al contrario, permite observar el mundo real que ve el usuario complementándolo con información virtual superpuesta (Basogain y otros, 2007). La Realidad Aumentada es una prometedora tecnología, presente en muchas aulas, que puede ayudar a mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.
   - El Laboratorio Remoto. Está vinculado al control automático, las comunicaciones y a la robótica que permiten operar un dispositivo experimental en forma remota. Los Laboratorios Remotos permitir compartir recursos e infraestructura entre varias instituciones educativas, y mostrarse accesibles para los estudiantes en cualquier día y en cualquier horario. (Culzoni y otros, 2012; Culzoni, 2013).
   - La Narrativa Transmedia. Es una tecnología donde el contenido a transmitir, en forma de relato, se despliega a través de múltiples medios y plataformas de comunicación, y en el cuál los “consumidores” asumen un rol activo en ese proceso de expansión de los contenidos multimedia, (Martín y otros, 2017). Dado que los jóvenes de hoy reciben gran parte de la información que

consumen a través de distintas pantallas, la Narrativa Transmedia se puede convertir en un aliado potencialmente útil en la transmisión de los conocimientos impartidos en una clase.

2) De relevamientos realizados a docentes del sistema educativo sobre el interés de complementar las PE Presenciales con PE No Presenciales, se observa un elevado porcentaje de docentes que consideran como importante o muy importante la incorporación, también se observa que la mayoría manifiestan de los docentes manifiestan tener dificultades de conectividad a Internet.
3) Se pudo avanzar parcialmente en el diseño y la construcción de simulaciones para realizar PE virtuales y se han logrado importantes avances en la implementación de la robotización de algunas PE que nos permite poner sus resultados en Internet en forma experimental, lo que nos permite afirmar que en breve tendremos en pleno funcionamiento un laboratorio remoto que nos permitirá hacer PE Remotas.

## 4. Referencias


1. Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1983). Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo (Vol. 2). México: Trillas.
2. Barneto, A. G., & Martín, M. R. G. (2006). Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas. Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 5, 304-citation_lastpage.
3. Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., & Olabe, J. C. (2007). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, EHU.
4. Culzoni, C. M. (2013). Calidad de las interacciones en una propuesta para enseñanza de la física en aula virtual y utilizando un Laboratorio Remoto. Virtualidad, Educación y Ciencia, 4(6), 29-43.
5. Culzoni, C., Kofman, H., Cámara, C., Lucero, P., & Pesoa, J. (2012). Enseñanza de la Física mediada por tecnologías. Diseño con laboratorios remotos. Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería, 1(1), 19-27.
6. Gutiérrez, E. A. (2018). Experimentos cruciales de laboratorio y enriquecimiento conceptual en el aprendizaje de la física. Tesis de Maestría.
7. Hodson, D. (1994). Redefinir y reorientar el trabajo práctico en la ciencia escolar. Enseñanza de la ciencia, 159-163.
8. Lucero, P., &Kofman, H. (2005). Las ventajas de la adquisición de datos en el laboratorio de Física. I Congreso en Tecnologías de la Información y Comunicación en la Enseñanza de las Ciencias. Red de Universidades con Carreras en Informática (RedUNCI). p. 320-330. Disponible en: http://sedici.unlp. edu.ar/handle/10915/19548.
9. Martín, J.F. (2017) Las simulaciones como herramienta para realizar trabajos prácticos virtuales. IV Jornadas del Departamento Física de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la UNC. ISBN 978-950-33-1217-9.
10. Martín, J.F.; Planells, M.; Planells, J.; Notarfrancesco, M.; Prerez F. y Ramé, J. (2017). La narrativa transmedia como herramienta de comunicación pública de la ciencia y la tecnología. IV Jornadas del Departamento Física de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la UNC. ISBN 978-950-33-1217-9.
11. Martín, J.F. (2014). Cómo utilizar TIC para mejorar la práctica experimental en la cátedra de Biomecánica. El vídeo como sistema de adquisición de datos. I Jornada de Intercambio Enseñanza con TIC en la FCEFyN. ISBN 978-950-33-1183-7.

# Análisis para el Diseño de Software "Brave Little" para mejorar las dificultades en habla de niños con Labio Fisurado y Paladar Hendido en Colombia

Juddy Yinet Morales Peña[1] Roberto Ferro Escobar[2]

[1]Ingeniería de Sistemas, Corporación Unificada Nacional de Educación Superior CUN (Colombia), juddy.morales@cun.edu.co
[2]Especialización en Ingeniería de Software, Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia), rferro@udistrital.edu.co

**Resumen.** Desde la ingeniería de sistemas nos vemos comprometidos a desarrollar aplicaciones que basadas en la innovación ofrezcan alternativas que faciliten la incorporación social y académica de diferentes grupos de personas que sufren de algún tipo de discapacidad oral, de acuerdo a lo mencionado anteriormente surge la propuesta del software "Brave Little" que busca ayudar a los pacientes infantes con labio fisurado y paladar hendido, el software busca ser un terapeuta en casa y que permita que estos menores tengan una terapia de lenguaje constante, que es lo que al final mejorará su pronunciación y permitirá que su desarrollo social sea normal. La aplicación pretende brindar panoramas lúdicos que le permitan al infante una mayor incorporación en esta misma y que posea herramientas que no tenga otra aplicación existente, herramientas de diagnóstico que le informen tanto al infante como a su núcleo familiar su avance en el proceso de terapia. No se pretende reemplazar al fonoaudiólogo sino más bien reforzar aspectos como por ejemplo la ubicuidad, puesto que no todos los pacientes se encuentran en una ciudad y cerca de centros médicos que presten este tipo de servicios, en la investigación se logra detectar casos de infantes que viven en regiones apartadas y a muchos kilómetros de la civilización, que les es difícil incluso trasladarse para ser sometidos a intervenciones quirúrgicas y aún más a tomar terapias de lenguaje que deben ser de dedicación diaria. "Brave Little" está inspirado en la patología de la pequeña paciente Valerie Espinosa una niña de 8 años de edad, nacida en la ciudad de Bogotá D.C.

**Palabras clave:** Software, labio fisurado, paladar hendido, accesibilidad, terapia de lenguaje.

## 1. Introducción

El Labio Fisurado y Paladar Hendido es una de las malformaciones congénitas más comunes actualmente y observando que el mundo está viviendo la llamada cuarta revolución industrial o industria 4.0 nos vemos llamados como Ingenieros de Sistemas a buscar soluciones que faciliten un poco la vida a los niños que nacen con esta malformación, de aquí surge el proyecto de realizar, una propuesta de software llamado "Brave Little" el cual sirva como apoyo para que puedan realizar su terapia de lenguaje en casa y con más frecuencia que asistiendo a los hospitales o los centros que prestan estos servicios.

# 2. Problemática

El labio fisurado y paladar hendido (LFPH) es una de las malformaciones congénitas más comunes actualmente a nivel mundial, esta patología en una malformación cráneo-facial que se presenta de la semana 6ta a la 9na del proceso de gestación, está dada en la zona Orofaringonasal lo que causa al niño dificultades en varios procesos como lo son dificultades de succión, deglución, masticación; por otro lado, problemas infecciones de oídos y en su fonación. La Organización mundial de la salud estima que aproximadamente uno de cada 500 a 700 recién nacidos presentan labio leporino o paladar hendido [1]. Esta malformación que compromete estructuras anatómicas (labio, proceso alveolar, paladar duro y paladar blando) y funciones a nivel de la cavidad oral (respiración, deglución, habla y audición) estas alteraciones en las estructuras conllevan a implicaciones en la alimentación, comunicación, conducta, autoestima y la relación con la familia y la sociedad [2]. Dado lo anterior se puede observar que el niño no solo llevará unas alteraciones físicas sino que los diferentes procesos por los que atraviesa cualquier ser humano se verán afectados, por otro lado, el factor económico será pieza clave para el desarrollo adecuado de la mejora de la patología, puesto que un niño que nazca en estrato bajo y medio no tendrá la misma posibilidad de tratamiento que un niño que nazca en estrato alto, por eso es importante que desde el área de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se puedan aportar soluciones y alternativas para facilitar los diferentes procesos.

# 3. Estado del Arte

## 3.1 Guías de tratamiento para pacientes con Labio Fisurado y Paladar Hendido

Siendo esta una malformación congénita que tiene presencia en menores de cualquier parte del mundo, las entidades prestadoras de servicios de salud tienen un tratamiento establecido o una guía de manejo para aplicar a estos pacientes.

La guía para padres del Gobierno de Navarra (España), como su nombre lo dice está dada para que los padres que tienen un hijo bajo esta malformación entiendan un poco el proceso que están próximos a iniciar o que ya están viviendo y que es necesario para que su hijo tenga un desarrollo óptimo, esta guía cuenta con las siguientes especializaciones [3]:

- Ginecólogo
- Pediatra
- Médico rehabilitador
- Cirujano maxilofacial
- Ortodontista
- Otorrinolaringólogo
- Psicólogo
- Logopeda
- Dentista

El hospital La Misericordia de la ciudad de Bogotá (Colombia) entrega "La guía de manejo de pacientes con Labio Fisurado y Paladar Hendido" incluye en el tratamiento a los siguientes especialistas [4]:

- Sicología
- Trabajo social
- Pediatría
- Genética
- Nutrición
- Fonoaudiología
- Cirugía plástica
- Otorrinolaringología
- Cirugía maxilofacial
- Estomatología pediátrica
- Ortodoncia
- Periodoncia

Si se revisan estas guías encontramos que el tratamiento es casi universal, entran a participar las mismas especialidades buscando el desarrollo óptimo de los niños con esta malformación. El enfoque de este documento como ya se había mencionado es la especialidad de fonoaudiología. Como se puede observar en los manuales y guías el tratamiento fonoaudiólogo es de vital importancia y según el Dr. Andrés Duque "sin el tratamiento fonoaudiológico, aunque el niño reciba todas las intervenciones quirúrgicas no va a lograr que su fonación sea la correcta" [5].

## 3.2 Trabajos existentes

Actualmente existen varias aplicaciones que les dan herramientas de fonoaudiología a los niños con LFPH, estas aplicaciones son nuevas herramientas para los hospitales y algunas de ellas son limitadas para sus pacientes. En estas aplicaciones encontramos espacios lúdicos en donde los niños encuentran juegos y actividades que son de ayuda en su proceso.

Como es el caso de la aplicación de Smile Train Habla y Lenguaje que se basa en canciones, juegos y cuentos que le permiten al niño y a sus padres seguir un proceso de terapia de lenguaje en sus casas, en la interfaz nos encontramos con una sección destinada para los padres en donde estos encuentran cuatro videos en donde les explican cómo funciona la aplicación, la definición de LFPH, que es paladar hendido, como es la terapia y por ultimo cuál es la misión de Smile Train; para los niños se encuentran seis diferentes temáticas y en cada una de ellas acceden a otra interfaz que les da tres opciones que son las de cantar el cuento de la sección, jugar o repetir palabras como se muestra en la Fig. 1.

**Fig. 1** Aplicación Smile Train [6]

**Fig. 2** AplicaciónCRIG Terapia de Lenguaje [7]

Por otro lado, se encuentra la aplicación de Terapia de Lenguaje del Centro de Rehabilitación Integral Guerrero (CRIG) como se muestra en la Fig. 2. La cual contiene

ejercicios orientados a los números básicos (del 1 al 9), que consisten en practicar su pronunciación y escritura. También aborda temas de ordenamiento de números y conteo de objetos y finalmente contiene un apartado donde se muestra rendimiento aproximado que obtuvo el usuario en cada ejercicio.

## 4. Metodología de investigación

Para realizar el presente análisis se llevó a cabo una investigación de tipo exploratorio, primero una búsqueda sobre las guías de tratamiento para estos pacientes, después una búsqueda de trabados existentes y similares al que se tiene planeado y por ultimo una entrevista a 14 especialistas nacionales (colombianos) y se contó con la colaboración de un especialista alemán, también se tuvo acercamiento con familias que estuvieran pasando por esta situación para conocer verdaderamente las necesidades de estos pacientes; de la entrevista se realizó un análisis estadístico que buscaba conocer un poco más de la patología, la experiencia personal de los especialistas y concluir la viabilidad o no del software.

Los resultados fueron importantes pues reflejaban que los especialistas si apoyarían la iniciativa, se encontraron 3 letras para trabajar en un principio las cuales serán la f, p y la t. Para hacer la aplicación más llamativa y que de verdad permita observar el avance de los pacientes se debe realizar un módulo de diagnóstico donde el paciente grabe un sonido y el modulo compare el margen de error de la pronunciación normal y que luego al realizar los diferentes tableros de juegos, canciones, actividades repita su diagnóstico y sea comparado con la primera grabación y vea el avance que ha tenido en su terapia y en qué punto debe reforzar, los padres también tendrán un módulo para revisar el historial de diagnóstico de los hijos y allí mismo tendrán recomendaciones médicas para este proceso.

## 5. Conclusiones

Al realizar la metodología exploratoria y observar los resultados arrojados por medio de esta misma se pueda afirmar si es viable realizar inicialmente la propuesta del software “Brave Little” incluyendo en estas tres letras iniciales que serán la P, T y F, lanzando este prototipo permitirá analizar la utilidad del software en pacientes con esta patología. Que el módulo de diagnóstico es una herramienta de gran importancia pues permitirá que el paciente tenga conocimiento de su avance constantemente y que la familia lo pueda ayudar en los puntos que debe reforzar. La aplicación permitirá que personas que residan en zonas rurales puedan avanzar en su proceso.

## 6. Referencias


1. Organización Mundial de la Salud. (24 de 09 de 2018). *Salud bucodental*. Recuperado el 18 de 09 de 2019, de http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs318/es
2. CHIQUITO COY, S. T. (2016). *IMPLICACIONES BIOPSICOSOCIALES DEL LABIO LEPORINO Y/O.* Bogotá.
3. Navarra, G. d. (s.f.). *Labio Leporino y Fisura Palatina. Guía para padres. Navarra, España: Gobierno de Navarra.* Navarra.
4. UNAL, O. (30 de 04 de 2009). Recuperado el 19 de 09 de 2019, de http://www.odontologia.unal.edu.co/docs/habilitacion_homi/7.%20Guia%20de%20manejo%20de%20pacientes%20con%20labio%20y_o%20paladar%20hendido.pdf
5. Duque Montealgre, A. (7 de 06 de 2018). Entrevista para el proyecto "Brave Little".
6. Play, G. (2018). Smile Train. Bogotá.
7. Play, G. (2017). CRIG Terapia de Lenguaje. Bogotá

ISBN 978-84-18254-52-9

UNC Universidad Nacional de Córdoba

Universidad de Alcalá