

ATICA2023

**Aplicación de Tecnologías de la
Información y Comunicaciones
Avanzadas y Accesibilidad**

OBRAS COLECTIVAS
TECNOLOGÍA 37

UAH

Luis Bengochea
Ricardo Mendoza
Salvador Otón
(Editores)

ATICA2023

Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas y Accesibilidad

Obras Colectivas de Tecnología 37

*Luis Bengochea
Ricardo Mendoza
Salvador Otón
(Editores)*



Universidad
de Alcalá



Instituto **Tecnológico**[®]
de Aguascalientes

ATICA2023
Aplicación de Tecnologías de la
Información y Comunicaciones
Avanzadas y Accesibilidad

Libro de Actas
XIV Congreso Internacional sobre Aplicación
de Tecnologías de la Información y
Comunicaciones Avanzadas
y
X Conferencia Internacional sobre Aplicación
de Tecnologías de la Información y
Comunicaciones para mejorar la
Accesibilidad

Proceedings of the
14th International Congress on Application of
Advanced Information and Communications
Technologies
and
10th International Conference on Application
of Information and Communications
Technologies to improve Accessibility

Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Aguascalientes (México)
18 al 20 de octubre de 2023

Cofinanciado por el
programa Erasmus+
de la Unión Europea





El libro **“ATICA2023 - Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas y Accesibilidad”** en el que se recogen las Actas del *“XIV Congreso Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones”* y de la *“X Conferencia Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para mejorar la Accesibilidad”*, editado por Luis Bengochea, Ricardo Mendoza y Salvador Otón, se publica bajo licencia Creative Commons 4.0 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.

Editorial Universidad de Alcalá
Plaza de San Diego, s/n
28801 Alcalá de Henares (España)

Diciembre 2023
ISBN: 978-84-19745-85-9

Edición digital

Imagen de la portada: Pete Linforth en Pixabay “Cyber-3400789”
(Licencia: <https://pixabay.com/es/service/license/>).

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

Organización del Congreso

Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)

El Instituto tecnológico de Aguascalientes inicio sus operaciones el 18 de septiembre de 1967 ofreciendo carreras técnicas. Actualmente cuenta con un



Instituto **Tecnológico**[®]
de Aguascalientes

doctorado en Ciencias de la Ingeniería, cuatro maestrías y nueve programas de pregrado (ocho ingenierías y una licenciatura). En

2014 se creó la institución de educación superior tecnológica más grande de nuestro país, el Tecnológico Nacional de México (TecNM) que se hacía cargo de coordinar este importante subsistema de educación superior. El Instituto Tecnológico de Aguascalientes, se ha consolidado como la máxima casa de estudios de ingeniería en el Estado, y está posicionado como uno de los más importantes a nivel nacional de entre los 254 tecnológicos y Centros del Tecnológico Nacional de México.

Universidad de Alcalá (España)

Fue fundada en 1499 como avanzada en España de las corrientes renacentistas y humanistas de Europa. Durante los siglos XVI y XVII se convirtió en



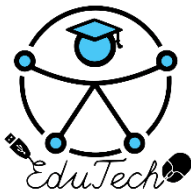
Universidad
de Alcalá

el gran centro de excelencia académica: en sus aulas enseñaron y estudiaron grandes maestros como Nebrija, Tomás de Villanueva, Ignacio de Loyola, Domingo de Soto, Juan de Mariana, Juan de la Cruz, Lope de Vega, Quevedo, etc. El prestigio de sus estudios, así como de sus maestros y sus constituciones fundacionales, sirvieron como modelo sobre el que se constituyeron las nuevas Universidades en América.

En la actualidad es una Universidad moderna de tamaño medio con un Parque Científico y Tecnológico e importantes líneas de investigación, que la convierten en un elemento dinamizador de la actividad en la región y de gran proyección internacional. En 1998 fue declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

Proyecto EduTech. Programa Erasmus+ de la Unión Europea

El proyecto EduTech "*Asistencia tecnológica a la accesibilidad en la Educación Superior Virtual*", del Programa Europeo Erasmus+, tiene como objetivo



respaldar la modernización, accesibilidad e internacionalización de la educación superior en los países asociados contribuyendo a su desarrollo y crecimiento socioeconómico sostenible e integrador. Sus resultados estarán disponibles a través de publicaciones en congresos y revistas de alto impacto. A largo plazo favorecerán la inserción educativa y laboral de estudiantes con discapacidad, fomentando el conocimiento y la convivencia social.

Universidades colaboradoras

Laboratório de Educação a Distância e eLearning (Portugal)



Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)



Universidad de Alicante (España)



Universidad Veracruzana (México)



Østfold University College (Noruega)



Universidad del Azuay (Ecuador)



Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)



Comité de Honor

José Luis Gil Vázquez, Director. Instituto Tecnológico de Aguascalientes (Mexico)
José Vicente Saz, Rector, Universidad de Alcalá (España)

Comité Científico

Ricardo Mendoza González, Tecnológico de Aguascalientes (México) co-presidente
Salvador Otón Tortosa, Universidad de Alcalá (España) co-presidente

Javier Albert Segui, Universidad de Alcalá (España)
Jose Manuel Arco, Universidad de Alcalá (España)
Isai Ali Bazan, Universidad Veracruzana (México)
Diego Beltramone, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Luis Bengochea, Universidad de Alcalá (España)
Milton Alfredo Campoverde Molina, Universidad Católica de Cuenca (Ecuador)
Isabel Cano, Universidad de Alcalá (España)
Elmer Arturo Carballo Ruiz, Universidad de El Salvador
Teresa Cardoso, Universidade Aberta (Portugal)
Jose Luis Castillo Sequera, Universidad de Alcalá (España)
Janneth Chicaiza, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)
Gerardo Contreras Vega, Universidad Veracruzana (México)
Sergio de la Mata Moratilla, Universidad de Alcalá (España)
Antonio J. de Vicente Rodríguez, Universidad de Alcalá (España)
Carlos Delgado, Universidad de Alcalá (España)
Luis de Marcos, Universidad de Alcalá (España)
Karen Dubón, Universidad Panamericana (Guatemala)
René Rolando Elizalde Solano, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)
José Raúl Fernández del Castillo, Universidad de Alcalá (España)
Manuela Francisco, Universidade Aberta (Portugal)
Margarita Garcia Astete, Universidad de La Serena (Chile)
Francisco José García-Peñalvo, Universidad de Salamanca (España)
Beatriz Elena Giraldo Tobon, Universidad de Santander (Colombia)
Martin Gonzalez-Rodriguez, Universidad de Oviedo (España)
Daniel Guasch, Universitat Politècnica de Catalunya (España)
José María Gutiérrez, Universidad de Alcalá (España)
José Antonio Gutiérrez de Mesa, Universidad de Alcalá (España)
Oscar Guillermo Hernández Ramírez, Universidad Nacional Autónoma de Honduras
José Ramón Hilera, Universidad de Alcalá (España)
Paola Ingavélez, Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)
Erika Jaillier, Universidad Pontificia Bolivariana (Colombia)
Diego R. Llanos, Universidad de Valladolid (España)
Inés López Baldominos, Universidad de Alcalá (España)
Christian Alberto López Quiroa, Universidad de San Carlos de Guatemala
Jorge Lopez Vargas, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)

Sergio Luján Mora, Universidad de Alicante (España)
Jose Luis Martin Núñez, Universidad Politécnica de Madrid (España)
Jorge Martinez, Universidad Veracruzana (México)
Jose Amelio Medina Medina, Universidad de Alcalá (España)
Guillermo Mejía, Universidad de El Salvador
Ricardo Mendoza Gonzalez, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Daniel Meziat Luna, Universidad de Alcalá (España)
Héctor Montes Franceschi, Universidad Tecnológica de Panamá (Panamá)
Antonio Moreira Teixeira, Universidade de Lisboa (Portugal)
Lina Morgado, Universidade Aberta (Portugal)
Juan Carlos Morocho, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)
Oswaldo Moscoso, Universidad Tecnológica Equinoccial (Ecuador)
Marco Munguía Mena, Universidad Nacional de Ingeniería (Nicaragua)
Miguel Angel Navarro, Universidad de Alcalá (España)
Salvador Oton, Universidad de Alcalá (España)
Jaime Oyarzo, Universidad de Alcalá (España)
Angel Pérez, Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)
Juan Carlos Pérez, Universidad Veracruzana (México)
Sonia Perez-Diaz, Universidad de Alcalá (España)
Vera Pospelova, Universidad de Alcalá (España)
Juan Manuel Ramos Quiroz, Instituto Politécnico Nacional (México)
Alfonso Recio Hernández, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Félix Andrés Restrepo Bustamante, Universidad de Alcalá (España)
Ricardo Emmanuel Reyes Acosta, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Araclí Reyes López, Universidad Veracruzana (México)
Mariela Román, Universidad de San Carlos (Guatemala)
Audrey Romero-Pelaez, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)
Sebastian Sanchez Prieto, Universidad de Alcalá (España)
Mary Sánchez-Gordón, Østfold University College (Noruega)
Olga C. Santos, Universidad Nacional de Educación a Distancia (España)
Maria do Carmo Teixeira Pinto, Universidade Aberta (Portugal)
Silvana Temesio, Universidad de la República (Uruguay)
Cristian Timbi-Sisalima, Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)
Nora Valeiras, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Jesús Vegas, Universidad de Valladolid (España)
Juan Ramón Velasco, Universidad de Alcalá (España)

Comité Organizador

Ricardo Mendoza González, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Alfonso Recio Hernández, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Luis Bengochea Martínez, Universidad de Alcalá (España)

Ana María Privado, Secretaría EduTech (España)
Blanca Menéndez Olías, Universidad de Alcalá (España)
Cesar Dunay Acevedo Arreola, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)

José Roberto Aguilera Fernández, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Gilberto Anduaga Márquez, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Caritina Ávila López, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
María Magdalena Becerra López, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Gloria Leticia Betts Gómez, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Lorena Patricia Bojórquez Guerrero, I. Tecnológico de Aguascalientes (México)
Katia Liliana Calderón Sánchez, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Paula Castillo Rosales, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Luis Antonio Cruz Macías, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Ilda Díaz Ramos, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Carlos Alberto Domínguez Baez, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Abdel René Dzul Bermejo, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Jorge Humberto Dzul Bermejo, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Héctor Salvador González de León, I. Tecnológico de Aguascalientes (México)
Erik Fabricio Gutiérrez Reyes, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Marco Antonio Hernández Vargas, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Chessani Muñoz Karina Montserrat, I. Tecnológico de Aguascalientes (México)
Olga Maria Lara Sigala, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Maria del Rocío Lopez Lara, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Juan José López López, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Francisco Javier Luna Rosas, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Carlos Ricardo Luna, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Héctor Jesús Macías Figueroa, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Miriam Malo Torres, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Flor Isela Martínez Meléndez, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Javier Mascorro Pantoja, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Juan Martín Méndez Torres, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Miguel Ángel Mora Oropeza, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
José Asunción Ortiz Martínez, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Miguel Ortiz Martínez, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Ruth Mayeli Ponce Rosales, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Rafael Portillo Rosales, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Carolina Ramírez Calvillo, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Ricardo Emmanuel Reyes Acosta, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Fernando Robles Casillas, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Mario Alberto Rodríguez Díaz, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Laura Cecilia Rodríguez Martínez, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Elvia Ruíz Beltrán, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Andres Alejandro Ruvalcaba Adatao, I. Tecnológico de Aguascalientes (México)
Juan Carlos Sanchez Gaytán, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Rosendo Ramiro Enrique Sánchez Pérez, I. Tecnológico de Aguascalientes (México)
Benito Sánchez Raya, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Cynthia Vanessa Tejeda Pérez, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Cristhian Torres Millares, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Mario Alberto Vargas Moreno, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)
Hazel Vázquez Gonzalez, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)

Prólogo

Ricardo Mendoza González
Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)

El Congreso Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas (ATICA 2023) y la Conferencia Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para mejorar la Accesibilidad (ATICAces 2023), tienen como objetivo general el proporcionar un foro para el fomento de las relaciones entre la universidad y la industria, mediante la reunión de investigadores, profesionales, educadores y estudiantes, con el propósito de compartir buenas prácticas, generar alianzas y desarrollar ideas innovadoras relacionadas con las TIC, Ciencias de la Computación, tecnologías emergentes de la web, computación móvil, accesibilidad, calidad de la educación superior, educación virtual (en cualquiera de sus modalidades), inclusión social en la educación superior, emprendimiento y empleabilidad de los egresados.

Sin duda, las ediciones del XIV Congreso ATICA y de la X Conferencia ATICAces –organizadas y celebradas en el campus del Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Aguascalientes (TecNM/ITA)– cumplieron con este objetivo.

Se contó con la participación de 64 ponentes provenientes de 17 países: España, Colombia, Argentina, Cuba, República Dominicana, Panamá, Uruguay, Venezuela, Brasil, Chile, Costa Rica, Ecuador, Honduras, India, Perú, Rumania y México. Adicionalmente, se impartieron cinco conferencias magistrales sobre temas actuales de la accesibilidad tecnológica, las TIC en la educación, y la Inteligencia Artificial en las actividades diarias de las personas; las cuales fueron impartidas por profesores expertos de universidades en Suecia, España y México.

De las ponencias presentadas, 32 analizaron y discutieron temáticas de la Educación y las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC); 20 abordaron temas de Ciencias de la Computación y la Inteligencia Artificial; y 12 trataron temas relacionados con la Accesibilidad Tecnológica.

Se tuvo un registro total de 901 asistentes, en su mayoría (630) estudiantes de pregrado particularmente de la Ingeniería en TIC del TecNM/ITA. Esta estadística resulta relevante ya que, para muchos de ellos, su participación en el congreso representó su primer acercamiento a la investigación. Fue muy gratificante observar en los asistentes constantes reacciones de asombro e interés ante las explicaciones de los ponentes y conferencistas, sobre todo cuando estos ponentes eran también estudiantes. Era evidente que, al ver como sus pares se encontraban exponiendo resultados de investigaciones en temas de tecnología actual, e incluso emergente, se fomentaban dichas reacciones, infiriéndose como el complemento perfecto de las explicaciones cotidianas en las aulas. Es importante mencionar que en muchos de los estudiantes la

experiencia fue contundente, ya que, en las semanas posteriores al evento, varios estudiantes se acercaron a sus profesores mostrando su interés por colaborar en proyectos de investigación e incluso por la realización de futuros estudios de posgrado. Estas situaciones son la recompensa al trabajo no solo de los comités de organización, sino de los mismos ponentes, porque representan la motivación para continuar con esta labor.

Cabe mencionar que las ediciones del XIV Congreso ATICA y de la X Conferencia ATICAccess representan la segunda ocasión en la que ATICA se organiza en territorio mexicano; además fueron el marco de la inauguración de la primera Unidad de Accesibilidad Tecnológica (UAT) en el Sistema Nacional de Tecnológicos de México, el cual cuenta con 254 campus en todo el país. La UAT del TecNM/ITA es uno de los logros derivados del desarrollo del proyecto ERASMUS+, Edutech “Asistencia Tecnológica a la Accesibilidad en la educación superior virtual”. Estos factores propiciaron la presencia del director general del Tecnológico Nacional de México (TecNM), Ramón Jiménez López, quien celebró que el campus Aguascalientes sea sede de congresos internacionales que acerquen las tecnologías de la ciencias y comunicaciones a las personas con discapacidad o que cuenten con alguna condición de vida vulnerable, permitiendo conocer las buenas prácticas de otras instituciones, así como las herramientas de actualidad que permitan humanizar el proceso educativo.

El contenido de este libro materializa las palabras del Maestro Jiménez López y el objetivo del evento, y representa el punto de partida para futuros trabajos de investigación y desarrollos tecnológicos en favor de las personas, así como la inspiración para la organización de más eventos similares.

Felicitaciones y agradecimiento totales a quienes hicieron posible este evento, a la Universidad de Alcalá, al Programa ERASMUS+ de la Unión Europea, a los miembros del Comité de Honor, del Comité Científico, del Comité Organizador, a los editores, autores de trabajos y a todos los asistentes que dieron vida al congreso ATICA 2023 y a la conferencia ATICAccess 2023.

*Ricardo Mendoza González
Departamento de Sistemas y Computación
Instituto Tecnológico de Aguascalientes, México*

Índice de Contenidos

Prólogo

Ricardo Mendoza González, Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México) 9

Aplicación de las TIC para mejorar la Accesibilidad

Independencia deportiva: prototipo inteligente para atletas con discapacidad visual <i>Cecilia Guadalupe De León Robles, Rafael Morales Gamboa y Josué Morales</i>	17
VisionLink: Prototipo de una aplicación móvil para la accesibilidad de máquinas expendedoras para personas con discapacidad visual <i>José Jaen, Nicolás Acosta y Rafael Vejarano</i>	21
AccesaYa!: Aplicación Web para la geolocalización de estacionamientos y baños para discapacitados con movilidad reducida <i>Dylan Gonzalez, Elizabeth Hernandez y Elibeth Pérez</i>	25
Analysis of commercial applications focused on Autism Spectrum Disorder <i>Moisés Hernández Cuevas, Viviana Yarel Rosales Morales y Maykol José Cuéllar Sánchez</i>	33
Taxonomía y procedimiento OSINT en RRSS <i>Víctor Pablo Prado Sánchez y José Javier Martínez Herraiz</i>	41
Integración de pruebas de accesibilidad en el proceso de desarrollo de software: Mapeo Sistemático De Literatura <i>Guadalupe Isabel Bello Castañares y Juan Carlos Pérez Arriaga</i>	45
Diseño de un plan de auditoría sobre accesibilidad web en organismos públicos y su posterior aplicación práctica <i>Elena Rijo García, Inés López Baldominos y Vera Pospelova</i>	54
Sistemas de Apoyo para Corredores con Discapacidad Visual: Aproximación Inicial a la Literatura <i>Luis Pablo Reyes Fernández, Gerardo Contreras Vega, Juan Carlos Pérez Arriaga y Ricardo Mendoza González</i>	62
El futuro de la accesibilidad digital de los consistorios. Madurez y aprovechamiento <i>Francisco Vicente Poza</i>	70
Web Accessibility of the Universities at the Central African Monetary y Economic Community (CEMAC) <i>Pastor Nso-Mangue y Sergio Luján-Mora</i>	78

Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial

Strategies implemented by women entrepreneurs in digital businesses to influence online consumer behavior <i>Jovanna Nathalie Cervantes Guzmán</i>	87
---	----

“Smart Industry”: hacia la identificación de retos de ciberseguridad <i>Ricardo Emmanuel Reyes Acosta, Carlos Domínguez, Miguel Ortiz, Mario Rodríguez y Ricardo Mendoza</i>	97
Impacto de la tecnología blockchain en la gobernanza de redes sociales: un mapeo sistemático de la literatura <i>Joaquín Cerviño y Hernán Merlino</i>	102
Prototipo para la detección de la proteinuria con el internet de las cosas <i>María Magdalena Becerra López, Fernando Robles Casillas, Javier Mascorro Pantoja, Caritina Ávila López, David Rosas Vara, Kevin Brian Macías Duron, Dulce Madrigal Reyes, Marco Aurelio García Ochoa y Edgar Armando Díaz Casillas</i>	110
Avances en el desarrollo de un prototipo de laboratorio remoto para interferencia y difracción de la luz <i>Camila Muñoz, Graciela Serrano, Daniela Mauceri, Ignacio Noguerol, Javier García, Silvia Clavijo y Ignacio Idoyaga</i>	118
Comparación de estrategias de machine learning para la clasificación de fallas en un sistema de manufactura <i>Abner Birzabith Montejano Leija, Elvia Ruiz Beltran, Jorge Luis Orozco Mora y Jorge Octavio Valdés Valadez</i>	125
Aplicación móvil con accesibilidad e Internet de las Cosas para Monitorear una Planta de Tratamiento Biológica de Aguas Residuales <i>Fernando Robles, María Magdalena Becerra, Caritina Ávila, Javier Mascorro, David Rosas, Luis Roberto Waybell, Luis Fernando Jasso y Juan Manuel González</i>	129
Proposta de um sistema especialista para avaliação de conhecimento e sugestão de treinamento corporativo com redes bayesianas <i>Damiana Nascimento y Ismar Frango</i>	137
Análisis de bases de datos públicas del sector salud para la toma de decisiones mediante Inteligencia Artificial <i>Agustín Grajales Castillo, Raul C. Rosas, ArieH Roldan Mercado Sesma, Felipe Orozco Luna y Luis Antonio Medellín Serna</i>	145
Factores que influyen en la actitud frente al phishing <i>Alberto Larena Luengo, José Javier Martínez Herraiz y José Amelio Medina Merodio</i>	153
Desarrollo de un generador de fichas docentes usando sistemas de inteligencia artificial <i>Antonio Sarasa Cabezuelo</i>	161
Factores que influyen en la satisfacción laboral de los empleados de las empresas tecnológicas <i>Carla Civantos Martos y Jose Amellio Medina Merodio</i>	169
Desarrollo de aplicación web para la gestión de tiempos para investigadores <i>Rubén Fernández, Sergio de-la-Mata-Moratilla y Ana Castillo-Martinez</i>	177
Contributions to the improvement of usability in applications for mobile devices <i>Dayssi Espino Picchottito y Eva García Lopez</i>	185

Estudio y propuesta de los factores que facilitan el desarrollo e implementación de un sistema de mantenimiento y gestión de activos en un entorno industrial <i>Rodrigo Oñoro García y José Amelio Medina Merodio</i>	193
Métricas en proyectos ágiles. Caso práctico: Jira cloud <i>Marina García Garrote</i>	201
Digitalización de los procesos en la distribución de producto <i>Ignacio Córdoba Penelas y Jose Amellio Medina Merodio</i>	205
Desarrollo de aplicación reactiva con Spring Boot y Spring Webflux <i>Juan Ignacio Hita Manso y Salvador Otón Tortosa</i>	213
Mantenimiento industrial, trazabilidad y blockchain <i>Jose María de la Torre Antolín y Jose María Gutiérrez Martínez</i>	220
Evaluación de la Experiencia de Usuario y la Sensación de Presencia de una Aplicación de Realidad Virtual para un Museo Interactivo de Ciencia y Tecnología <i>Jairo Avelar Renteria, Huizilopoztli Luna-García, Wilson J. Sarmiento, Sandra Elizabeth Flores, José M. Celaya-Padilla y Hamurabi Gamboa-Rosales</i>	228
Desarrollo de un sistema de reconocimiento del estado de madurez del jitomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) <i>Salvador Vazquez Martinez, Adrián Hernández Tejeda y José Eduardo Revilla Galindo</i>	236
Automatización de portafolios de criptomonedas <i>Alejandro Vazquez</i>	244

Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones en la Educación

Potenciando el Aprendizaje en Educación Superior: Estrategias de Mobile Learning para activar a los estudiantes <i>Rubí Estela Morales Salas y Pedro René Rodríguez Pavón</i>	249
Plataforma educativa virtual para la enseñanza de Python: un caso de aplicación <i>Victor Daniel Gil-Vera</i>	257
Análisis social empleando, TIC, estadística e inglés como recurso didáctico para el aprendizaje en el aula <i>Norma Covarrubias y Lidia Caña</i>	261
Huellas de las TIC en la formación del investigador <i>Dilia Monasterio, Marisela Fernández y Thamar Ortigoza</i>	265
Conformación de ambientes inmersivos de aprendizaje para la apropiación de nuevos conocimientos a partir de vivencias educativas dentro de la preparatoria 7 de la Universidad de Guadalajara <i>Luis Gerardo Valle Cervantes y Ernesto Gerardo Castellanos Silva</i>	273
Uso de las TICs en las Universidades de la República Dominicana <i>Raquel Bernardina Perez del Rosario</i>	281

Propuesta para un estudio de campo sobre la brecha entre Universidad y Empresa desde la perspectiva docente <i>Marcelo Ubaldo Lopez Nocera, Maria Florencia Pollo Cattaneo y Francisco Redelico</i>	285
CREATIIIF & ESn3D: Improving Access to University Heritage through the Open y Digital Photo Library of the University of Havana <i>Armando Cartaya, Claudia Valera y Yohannis Martí</i>	289
Usos tecnológicos docentes durante la pandemia. Percepciones de estudiantes de posgrado <i>Mariana Hernández González, Juan Manuel Ramos Quiroz y Francisco Javier Chávez Maciel</i>	297
Implementación de una propuesta de enseñanza semipresencial de Óptica utilizando recursos virtuales <i>Graciela Serrano, Silvia Clavijo y María Daniela Maucri</i>	305
Propuesta de Taxonomía aplicada a Asignatura de Grado <i>Bruno Jaime, Cinthia Vegega y Florencia Pollo Cattaneo</i>	309
Influencia de los glitches en el aprendizaje <i>Eparco Blanco Bailón, Héctor del Castillo Fernández y José Amelio Medina Merodio</i>	317
Huellas de las TIC en la formación del investigador <i>Dilia Monasterio, Marisela Fernandez y Thamar Ortigoza</i>	325
Benefits of block programming in creating an apk for children with ADHD <i>Yuldania Maren Bell, Youselín Figueredo Pentón y Walfrido Camué Ortiz</i>	333
ReciVerde: sitio web para la innovación de las 7 Rs del reciclaje en Panamá <i>Evan González, Angela Carrión y Martín Fuentes</i>	341
Aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes a través de un entorno de aprendizaje gamificado <i>Carlos Javier Hellín, Francisco Calles, Adrián Valledor, Hanli Liu, Abdelhamid Tayebi y Josefa Gómez</i>	349
Desarrollo e implementación de herramienta web de gamificación aplicada a la enseñanza <i>Francisco Calles, Carlos Hellín, Adrián Valledor, Hanli Liu, Josefa Gómez, Salvador Otón-Tortosa y Abdelhamid Tayebi</i>	357
Vigilancia representacional de laboratorios remotos de química <i>Gabriel Leonardo Medina, Camila Muñoz, Narciso Verón Rojas y Ignacio Julio Idoyaga</i>	365
Una propuesta de accesibilidad desde las TIC en las asesorías para estudiantes y docentes del Instituto Tecnológico de Aguascalientes, México <i>Paula Castillo Rosales, Ma. Teresa Gómez García, Carlos Roque Torres, Eduardo Isaac Mendoza Del Muro y Lizette Natalya Padilla Soria</i>	373
Adquisición de competencias genéricas, mediante el uso de técnicas de gamificación <i>José A. Medina Merodio, Salvador Otón Tortosa y Rosa Estriégana Valdehita</i>	377

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

Independencia deportiva: prototipo inteligente para atletas con discapacidad visual

Cecilia De León¹, Rafael Morales², Juan Josué Morales¹

¹ Facultad de Cultura física y Deportes, Universidad de Guadalajara. (México)
deleon.robles.cecilia.gpe@gmail.com; josuema4680@hotmail.com

² Sistema de Universidad Virtual, Universidad de Guadalajara (México)
rmorales@suv.udg.mx

Resumen. Los atletas con discapacidad visual enfrentan limitaciones de disponibilidad de recursos y herramientas que les permitan realizar la actividad de correr de manera autónoma. La carencia de recursos adecuados crea una desventaja significativa y restringe su participación equitativa en el deporte. Al depender de guías, estos atletas no pueden experimentar la plena autonomía que el deporte puede ofrecer, lo que no solo impacta en su desarrollo personal y confianza, sino que también restringe los principios fundamentales de igualdad y diversidad en la sociedad y el deporte. Aunque se han desarrollado herramientas tecnológicas mediante el uso de drones [1] con el objetivo de reemplazar a los guías, desafortunadamente han surgido limitaciones, como restricciones ambientales, presupuestarias y las diversas necesidades individuales de los atletas. En respuesta a esta situación y reconociendo la importancia de la actividad física para las personas con discapacidad visual, se ha diseñado un prototipo que utiliza visión computacional con el propósito de mantenerlos en su carril en la pista de atletismo y permitirles así participar de manera autónoma y segura en actividades físicas y deportivas. Es importante destacar que este prototipo está en fase inicial y se planea su desarrollo futuro, incluyendo mejoras en la estabilización, la implementación de actuadores (vibradores) y la mejora estética del hardware.

Palabras clave: Discapacidad visual. Atletismo adaptado. Autonomía. Visión por computadora. Igualdad en el deporte.

1. Introducción

Las personas con discapacidad visual tienen opciones limitadas para poder practicar el deporte de atletismo. Personas con dicha discapacidad se encuentran en la clasificación T11/F11 y T12/F12 según Reina [2], en donde T11/F11 hace referencia a los deportistas con una agudeza visual muy baja y/o ninguna percepción a la luz y T12/F12 se caracterizan por tener una agudeza visual mayor que los deportistas en la clase deportiva T11/F11, pero con un campo visual de menos de 10 grados de diámetro. Para poder realizar una carrera de trote o caminata, los deportistas en estas

clasificaciones requieren la ayuda de guías, quienes les proporcionan confianza, seguridad y orientación durante la práctica deportiva.

En México, la Ley de Cultura Física y Deportes [3] y la Ley General para la inclusión de las personas con Discapacidad [4], están enfocadas a fomentar la inclusión, la equidad de oportunidades y eliminar los obstáculos para que las personas con discapacidades puedan disfrutar plenamente de la actividad física y el deporte y contribuir así a una mejor calidad de vida y bienestar físico y psicológico.

Reconociendo la relevancia de la actividad física para las personas con discapacidad visual, se ha diseñado en un prototipo de visión computacional con la finalidad de ofrecer una herramienta adicional que permita a dichas personas participar de manera autónoma y segura en actividades físicas. El propósito fundamental de este prototipo es promover la autonomía de los atletas, particularmente en situaciones en las que la asistencia de un guía no resulta factible o apropiada. Conviene tener presente que, en el marco de competencias reglamentadas, es posible que aún existan restricciones que limiten el uso de dispositivos tecnológicos como el que se ha desarrollado.

El prototipo consta de una cámara que se utiliza para identificar la posición del corredor en la pista y en su carril; el video capturado por la cámara pasa por una minicomputadora que usa técnicas de visión por computadora que se han aplicado en el ámbito de la conducción de autos autónomos para localizar al atleta en relación a su carril y la zona de la pista en la que se encuentra; finalmente, la computadora generará estímulos sensoriales a través de vibradores que enviarán señales al corredor cuando esté en riesgo o ante un cambio de situación.

2. Funcionalidad y componentes del prototipo

2.1. Funcionalidad

El prototipo está pensado para atletas con discapacidad visual, clasificados en T/11 y T/12, que necesitan de un guía. La manera de interactuar con el atleta es a través de motores vibradores que serán colocados en los músculos laterales del abdomen y que indicarán al atleta si está ante un cambio importante en la condición de su carrera (entrada y salida del área curva), así como la dirección en que es necesario que se mueva para seguir en el carril. Todo ello guiado por la cámara, en conjunto con los demás componentes que se presentan más adelante. El prototipo se encuentra todavía en una etapa inicial de desarrollo, pues a pesar de haber completado la integración de los actuadores (vibradores), aún no se han llevado a cabo las pruebas necesarias para evaluar su funcionamiento.

2.2. Componentes

Hardware

- Faja industrial modificada de acuerdo a las necesidades del prototipo.

- Se diseñó y añadió una pequeña bolsa en la parte posterior de la faja para que la computadora y la batería pudieran colocarse ahí.
- Se agregó un pedazo de velcro en la parte anterior y en la cámara para que esta pudiera ir pegada a la altura del torso.
- Se diseñó una pequeña caja de plástico, transparente, para proteger la cámara y adherirla a la faja a través del velcro.
- Computadora portátil de alto desempeño, Nvidia Jetson Nano, diseñada para la ejecución de procesos que requieren alta capacidad de procesamiento numérico, como es el caso de las aplicaciones de procesamiento de imágenes usando técnicas de Inteligencia Artificial.
- Tarjeta de memoria Micro SD 64GB, SanDisk Ultra.
- ADATA Powerbank Batería Portatil (Modelo P20000D).
- Cámara USB Arducam 8MP IMX219.
- Motores vibradores DC3V de botón.
- Placas controladoras HG7881 de motor paso a paso CC de 4 canales.

Software

- nVidia Jetson Nano Kit de Desarrollo (945-13450-0000-100). Sistema operativo y software preinstalado en la computadora.
- Código en Python diseñado inicialmente para la conducción automática de automóviles [5], adaptado para la localización automática del corredor en su carril y la ubicación del corredor en la pista (rectas, curvas y transiciones).
- Estabilizador de video por software (cortesía de RidgeRun).

3. Estado actual

Se han realizado grabaciones de recorridos de la pista, caminando y trotando, mismas que han servido para ajustar el software de identificación de carril para autos autónomos a la condición del atleta en la pista. Se han hecho las adecuaciones para que el software pueda funcionar en tiempo real, con video directamente de la cámara. Se ha realizado la integración de los actuadores mediante el uso de las placas controladoras HG7881, pero todavía queda pendiente la operación de los actuadores desde el código en Python y las pruebas en campo.

4. Conclusiones

El presente prototipo fue inicialmente diseñado con el propósito de ser utilizado en entrenamientos para atletas con discapacidad visual. Sin embargo, hemos constatado su potencial para fomentar la actividad física en personas con esta discapacidad, permitiéndoles participar de manera recreativa e independiente.

El mayor reto ha sido el análisis automático del video procedente de la cámara considerando la oscilación inducida por el movimiento de la cintura y la cadera del

atleta. Se han aplicado técnicas de estabilización de video por software para reducir la oscilación, con buenos resultados cuando el atleta camina por la pista, pero todavía no se logra una buena operación del prototipo cuando el atleta trota.

Queda pendiente integración de la funcionalidad de operación de los vibradores desde el código en Python, pruebas iniciales con atletas regulares, calibración del sistema y pruebas posteriores con atletas con discapacidad visual.

5. Referencias

- [1] Al Zayer, M., Tregillus, S., Bhandari, J., Feil-Seifer, D., Folmer, E.: «Exploring the Use of a Drone to Guide Blind Runners». In: Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility. pp. 263–264. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA (2016). <https://doi.org/10.1145/2982142.2982204>.
- [2] Reina Raúl, «Guía sobre la clasificación en el deporte paralímpico». 2021. [En línea] Disponible en: https://www.paralimpicos.es/sites/default/files/inlinefiles/guia%20sobre%20la%20clasificación%20en%20el%20deporte%20paralimpico_compressed.pdf [Último acceso: 15/02/2022].
- [3] Diario Oficial de la Federación. «Ley General de Cultura Física y Deportes». 1-61 2023 [En línea] Disponible en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCFD.pdf> [Último acceso: 23/07/2023]
- [4] Diario Oficial de la Federación. «Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad». Título Primero Capítulo Único Disposiciones Generales. 1–29. 2023 [En línea] Disponible en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGIPD.pdf> [Último acceso 02/10/2023]
- [5] Sears-Collins, A.: «The Ultimate Guide to Real-Time Lane Detection Using OpenCV – Automatic Addison». 2021. [En línea] Disponible en: <https://automaticaddison.com/the-ultimate-guide-to-real-time-lane-detection-using-opencv/>, [Último acceso 02/10/2023]

VisionLink: Prototipo de una aplicación móvil para la accesibilidad de máquinas expendedoras para personas con discapacidad visual

José Jaén Jaén¹, Nicolás Acosta^{2*}, Rafael Vejarano^{3*}

^{1,2,3} Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Coclé
jose.jaen6@utp.ac.pa, nicolas.acosta@utp.ac.pa, rafael.vejarano@utp.ac.pa

Resumen. Este artículo aborda la problemática de la accesibilidad para personas con discapacidad visual (PcDV) al utilizar máquinas expendedoras de bebidas y snack. Para solucionar este problema, se propone un proyecto que utiliza una aplicación móvil y dispositivos beacon. El objetivo es proporcionar asistencia a las personas con discapacidad visual, permitiéndoles obtener información auditiva sobre los productos y facilitando su selección y compra. La aplicación detecta la presencia de la máquina expendedora y guía a las personas con discapacidad visual a través de las opciones de productos mediante instrucciones de voz. Se presta especial atención a la usabilidad, con un diseño que incluye colores contrastantes y tamaños adecuados de elementos visuales.

Palabras clave: Discapacidad visual, máquinas expendedoras, beacon, Android, accesibilidad, PcDV.

1. Introducción

Este proyecto busca hacer que las máquinas expendedoras sean accesibles para las personas con discapacidad visual mediante el uso de dispositivos beacon y una aplicación móvil que proporciona información auditiva y facilita la selección de productos.

El objetivo principal del proyecto es mejorar la accesibilidad y la autonomía de las personas con discapacidad visual al interactuar con las máquinas expendedoras. Para investigar esta cuestión, se plantea la pregunta hipotética de si la implementación de este sistema mejorará la experiencia de las personas con discapacidad visual (PcDV) al utilizar las máquinas expendedoras.

Este proyecto no solo aborda la igualdad de oportunidades, al proporcionar una solución tecnológica para la discapacidad visual, sino que también está relacionado con el bienestar de estas personas al permitirles realizar compras de forma independiente. Este proyecto puede contribuir al ODS número 10: Reducción de las desigualdades, al proporcionar una solución tecnológica accesible para las personas con discapacidad visual, permitiéndoles utilizar máquinas expendedoras de forma independiente. También está relacionado con el ODS número 3: Salud y bienestar, al mejorar la calidad de vida de estas personas al facilitarles realizar compras autónomas [1].

2. Marco Teórico

En MOVIDS se desarrolló un prototipo denominado OGeo, empleando dispositivos beacons para ayudar a una PcDV a moverse en interiores de edificios [2], logrando demostrar la capacidad del sistema para poder guiar a una PcDV mediante instrucciones de voz.

“Beacon for Proximity Target Marketing” presenta un concepto de un sistema beacon para marketing mediante proximidad permitiendo así la interacción de un teléfono y el beacon para generar compras [3].

La Directiva (UE) 2019/882, Ley Europea de Accesibilidad (EAA) es una ley de la Unión Europea (UE) que busca establecer estándares mínimos de accesibilidad en toda la UE para productos y servicios, con el fin de fortalecer el derecho de las personas con discapacidad a acceder a bienes y servicios en el mercado interno de la UE. Además, la EAA también incluye requisitos de accesibilidad para terminales de autoservicio interactivos [4].

La República de Panamá cuenta con La Ley N°15 de 31 de mayo 2016 conocida como Ley de Equiparación de Oportunidades, que reconoce el acceso universal de todo tipo, bienes y servicios entre otros [5] por lo que este proyecto intenta brindar accesibilidad a las máquinas de expendio no accesibles a que por medio de tecnología móvil y dispositivos beacon sean accesibles sin modificar su estructura.

3. Descripción del sistema

Este sistema se compone de una aplicación móvil para Android, conectividad Bluetooth, dispositivos beacon, pequeños dispositivos que utilizan tecnología Bluetooth de baja energía y emiten señales periódicas detectables por dispositivos móviles cercanos, como teléfonos inteligentes (ver figura 1) los cuales transmiten una señal con identificaciones únicas que permiten a los dispositivos móviles determinar su ubicación exacta en el espacio.

Cuando una PcDV se acerca a una máquina expendedora, la aplicación VisionLink detecta la presencia del beacon y le informa que se encuentra frente a una máquina de bebidas o snacks. Luego, la PcDV utiliza controles especiales en la aplicación para seleccionar entre diferentes categorías de productos. La aplicación proporciona información sobre el producto seleccionado, incluyendo su nombre, número de identificación y precio a través de instrucciones de voz. La PcDV realiza el pago introduciendo la cantidad necesaria en la ranura de monedas y utilizando un teclado con calcomanías en braille para ingresar el número de identificación del producto. Finalmente, la PcDV escucha el sonido del producto cayendo en la bandeja de extracción y lo recoge. Se implementó la API TextToSpeech de Android, que convierte texto en audio, mejorando la experiencia del usuario al proporcionar una salida auditiva para el contenido textual.

Se emplea la recomendación ITU-T F9.21 que explica cómo diseñar sistemas de navegación en red basados en audio para garantizar que sean inclusivos y satisfagan las

necesidades de las personas con discapacidad visual [6]. La arquitectura del sistema propuesto se observa en la figura No. 2.

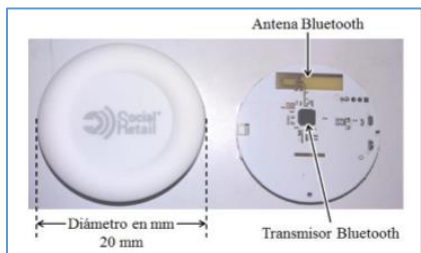


Fig. 1 Beacon empleado en el proyecto

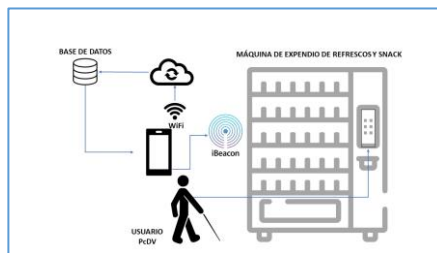


Fig. 2 Arquitectura del sistema

En la figura 4, se puede apreciar la pantalla subdividida en dos secciones que ofrecen la opción de elegir entre snacks o bebidas. Además, se implementa la funcionalidad de doble clic para evitar entradas innecesarias. Por otro lado, en la figura 5 se muestra la pantalla de productos, donde se presenta una lista de los productos disponibles en la máquina junto con su precio y el número correspondiente para realizar la selección. Se puede pasar de un producto a otro con movimiento de derecha a izquierda y vice versa.

El diseño de las pantallas se ha enfocado en ofrecer una experiencia sencilla y accesible para las personas con resto visual. Se han utilizado colores llamativos y contrastantes que permiten una mejor detección de los elementos en la interfaz. Esto facilita la identificación de botones, listas y elementos interactivos, brindando una experiencia más intuitiva y cómoda para los usuarios con limitaciones visuales.

Además, se ha tenido en cuenta la importancia de utilizar un tamaño adecuado para los elementos visuales, como botones y textos, de manera que sean fáciles de percibir y seleccionar. Esto contribuye a mejorar la usabilidad y la interacción con la aplicación.



Fig. 4. Pantalla Elección.



Fig. 5. Pantalla Productos.



Fig. 6. Prueba de funcionalidad.

4. Resultados

En la fase de construcción y validación del proyecto, se realizaron pruebas con una persona con discapacidad visual (PcDV) para evaluar la usabilidad de la aplicación en las etapas de diseño e implementación. Se prestaron especial atención a los comentarios y observaciones proporcionados por los usuarios durante estas pruebas. Además, se

llevaron a cabo pruebas con personas que tenían baja visión para evaluar su grado de satisfacción con la aplicación. La figura 6 muestra una de las pruebas de validación.

5. Conclusiones

Este proyecto representa un avance significativo en la búsqueda de soluciones tecnológicas para mejorar la accesibilidad y la independencia de las personas con discapacidad visual en situaciones cotidianas, como el uso de máquinas expendedoras. La propuesta incluye una aplicación móvil y dispositivos beacon que proporcionan asistencia al ofrecer información auditiva sobre los productos y facilitar su selección y compra. El sistema detecta la presencia de la máquina expendedora y guía a las personas con discapacidad visual a través de las opciones de productos mediante instrucciones de voz. Las pruebas de validación confirman la aceptación del sistema, lo que convierte a las máquinas no accesibles en máquinas que pueden ser utilizadas con tecnología móvil. Este proyecto tiene el potencial de mejorar significativamente la calidad de vida y la participación de las personas con discapacidad visual en la sociedad.

6. Referencias

- [1] NACIONES UNIDAS, “ODS,” 2023. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/> (accessed Sep. 02, 2023).
- [2] A. Henríquez, R. Vejarano, and H. Montes, “OGeo: Aplicación para Ayuda en la Movilidad de Personas con Discapacidad Visual,” in *Proc. VIII Congreso Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas (ATICA2017)*, 2017, p. 27.
- [3] B. N. P. Navalkrushna Allurwar, “Beacon for Proximity Target Marketing,” *International Journal Of Engineering And Computer Science*, vol. 5, no. 5, pp. 16359–16364, 2016, Accessed: Sep. 21, 2023. [Online]. Available: <https://103.53.42.157/index.php/ijecs/article/view/1125>
- [4] Official Journal of the European Union, “on the accessibility requirements for products and services (Text with EEA relevance),” 2019. Accessed: Sep. 21, 2023. [Online]. Available: file:///C:/Users/50763/Downloads/directive%20eu%202019882%20of%20the%20european%20parliament%20and_l_15120190607en00700115.pdf
- [5] Asamblea Nacional, “EQUIPARACIÓN DE OPORTUNIDADES PARA LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD,” 2016. Accessed: Sep. 21, 2023. [Online]. Available: <https://www.mingob.gob.pa/wp-content/uploads/2018/02/Ley-No.-15-de-31-de-mayo-de-2016-que-reforma-la-Ley-No.-42-de-1999-sobre-equiparaci%C3%B3n-de-oportunidades-para-PcD.pdf>
- [6] I.-T. F.921, “ITU-T Recommendation database.” <https://www.itu.int/itu-t/recommendations/rec.aspx?rec=13185> (accessed Oct. 10, 2020).

AccesaYa!: Aplicación web para la geolocalización de estacionamientos y baños para PcD con movilidad reducida

Dylan González¹, Elizabeth Hernandez², Elibeth Pérez¹

^{1,2,3} Universidad Tecnológica de Panamá– Centro Regional de Coclé
dylan.gonzalez1@utp.ac.pa, elizabeth.hernandez@utp.ac.pa, elibeth.perez@utp.ac.pa

Resumen. La falta de información sobre la ubicación de sitios inclusivos, como estacionamientos y baños adaptados, dificulta el desplazamiento de personas con limitaciones de movilidad en Panamá. Para solucionar esta problemática, se propone el desarrollo de una aplicación web accesible que permita a los usuarios encontrar fácilmente las instalaciones necesarias. El proyecto busca cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, enfocado en la reducción de desigualdades, la promoción de ciudades sostenibles y la mejora del bienestar. Para garantizar que la plataforma cumpla con las necesidades y expectativas de las personas con discapacidad y movilidad reducida, se realizaron encuestas y entrevistas. El proyecto se desarrolló utilizando una metodología basada en prototipos en la que se involucró a los clientes y usuarios finales desde las etapas iniciales. El uso de recursos tecnológicos como Figma, Visual Studio Code, React JS y Tailwind CSS permitió crear una interfaz intuitiva y adaptable a diferentes dispositivos. El proyecto demuestra un compromiso con la equidad, la inclusión y la sostenibilidad.

Palabras clave: Accesibilidad, persona con discapacidad (PcD), estacionamientos, GPS, movilidad reducida, multiplataforma, baños, web.

1. Introducción

En este estudio, se examinan los desafíos y las necesidades de las personas con movilidad reducida, reconociendo los impactos significativos que enfrentan en su vida cotidiana, incluyendo su participación social, bienestar emocional e independencia. La revisión de la literatura destaca la importancia de comprender y abordar estas necesidades para promover la inclusión y mejorar la calidad de vida de este grupo.

Un artículo de La Estrella de Panamá señala que la eliminación de barreras físicas y la promoción de una cultura inclusiva son cruciales para facilitar la movilidad de las personas con discapacidad. En particular, se destaca la importancia de contar con estacionamientos adaptados cerca de lugares de interés, como edificios públicos, centros comerciales y hospitales, para mejorar su accesibilidad.

Sin embargo, uno de los desafíos actuales en Panamá es la falta de información sobre la ubicación de estos sitios inclusivos, como estacionamientos y baños. Esta falta de información genera incertidumbre y dificulta la planificación de viajes para las personas con limitaciones de movilidad. Por lo tanto, se propone un proyecto que desarrollará una aplicación web accesible desde cualquier dispositivo con conexión a

internet. Esta aplicación tiene como objetivo mejorar la experiencia de desplazamiento de las personas con movilidad reducida al proporcionar una herramienta práctica y confiable para localizar instalaciones necesarias.

Este proyecto se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular, el número 10 ("Reducción de las desigualdades"), el número 11 ("Ciudades y comunidades sostenibles") y el número 3 ("Salud y bienestar"). Al abordar la reducción de desigualdades, la mejora de la sostenibilidad urbana y la promoción de la salud y el bienestar, este proyecto contribuye activamente a un futuro más inclusivo, equitativo y sostenible.

1.1. Estado del Arte

La política de accesibilidad e inclusión de la República de Panamá también aborda el tema de la movilidad reducida y establece medidas para garantizar el acceso a los servicios públicos y privados para las PcD [2].

La ley N° 42 de 1999 con relación a los baños, aunque la ley no lo especifica si establece el principio general de igualdad de oportunidades y no discriminación para las PcD, lo cual implica que los establecimientos públicos y privados deben tomar las medidas necesarias para garantizar la accesibilidad e inclusión de las PcD en todos los aspectos, incluyendo los baños [3]. En países como Colombia se han llevado a cabo proyectos innovadores para la orientación de personas con discapacidad visual (PcDv). Un ejemplo destacado es el desarrollo de un prototipo de aplicación móvil que utiliza tecnología para detectar señales programadas a ciertas distancias y emitir audio, brindando indicaciones precisas sobre el sector por el cual se están desplazando. Esta iniciativa tiene como objetivo principal mejorar la autonomía y la seguridad de las personas PcDv, facilitando su movilidad en entornos urbanos y contribuyendo a su inclusión plena en la sociedad[4].

ACCESSIBILITY PLUS es una aplicación gratuita el cual permite solicitar taxis y te permite encontrar aplazamientos más cercanos como estacionamiento, cajeros automáticos, gasolineras, baños, entre otros [5].

Otro proyecto innovador es Ciudad, discapacidad e innovación social digital: APP móvil para la georreferenciación de puntos accesibles, realiza una investigación que concluye en el desarrollo de una App móvil para la identificación de puntos accesibles para PcD [6].

PARBATH, es un proyecto propuesto por estudiantes participantes de la Jornada de Iniciación Científica, está dirigido a PcD, el cual por medio de un sistema operativo Android, permitía al usuario localizar baños y estacionamientos públicos[7].

2. Diseño y Metodología

2.1. Metodología de investigación

Se realizaron encuestas a PcD y movilidad reducida para conocer sus opiniones sobre la plataforma y evaluar si esta cumple con sus necesidades y expectativas. Asimismo, se analizaron los resultados de las entrevistas y se consideraron las

opiniones y necesidades de los entrevistados para realizar modificaciones en la construcción de la plataforma. De esta forma, se obtuvo una documentación más acertada sobre la opinión de los usuarios.

Los resultados de las entrevistas fueron analizados y se tomó en cuenta la opinión de los encuestados para realizar modificaciones en la confección de la plataforma.

Durante el desarrollo de la aplicación web, se visitó al SENADIS para recolectar información sobre las ubicaciones y todo lo referente a ellas. Sin embargo, se constató que no se disponía de ningún tipo de información sobre facilidades que cumplieran las normas de los estacionamientos y baños. Por tanto, se utilizó como guía el manual de acceso del SENADIS [8] para agregar la información de forma correcta en la base de datos al visitar uno de estos lugares. Gracias a esto, la información se mantiene actualizada y los usuarios pueden acceder a los distintos lugares sin limitar su movilidad a través de la aplicación web.

Tras llevar a cabo investigaciones exhaustivas, se optó por utilizar una metodología de desarrollo basada en prototipos en el proceso de programación. Esta metodología se centra en la creación rápida de prototipos funcionales como una forma de iterar y refinar los requisitos del software antes de la implementación completa. En lugar de esperar hasta el final del proceso de desarrollo para obtener retroalimentación del cliente o usuario final, esta metodología busca involucrarlos desde las primeras etapas del proyecto.

2.2. Metodología de Desarrollo del Prototipo

Frecuentemente se interactúa con diversas interfaces en computadoras, teléfonos móviles e incluso cajeros automáticos. El propósito fundamental es que estas interfaces sean lo más sencillas posible, de manera que los usuarios puedan realizar acciones con facilidad [9].

Durante esta etapa del proceso, se desarrolló una maqueta en Figma que permitió visualizar tanto el aspecto como la funcionalidad de la aplicación. Además, se consideró esencial que la interfaz se adaptara a distintos tamaños de pantalla, dado que se trata de una aplicación multiplataforma. Para el servidor que interactúa con la base de datos, se empleó Node.js, teniendo presente que la API Rest fue creada con el framework Express.js y debía tener la capacidad de manejar peticiones asíncronas en la aplicación web. En cuanto a la parte visual percibida por el usuario, se utilizaron los frameworks ReactJS y TailwindCSS para desarrollar interfaces interactivas.

Dado que se trata de una aplicación web multiplataforma, se decidió desarrollarla específicamente para web, lo que permite a los usuarios acceder desde cualquier dispositivo, independientemente del sistema operativo que utilicen. Asimismo, se brindó la opción de descargar la aplicación web como una aplicación nativa en diversos dispositivos, asegurando así una experiencia de usuario óptima.

Durante esta etapa, se llevaron a cabo exhaustivas pruebas de testeo para evaluar la funcionalidad correcta, la usabilidad, el rendimiento y la seguridad de la aplicación. Además, se realizaron pruebas con usuarios reales con el fin de tener en cuenta sus opiniones y consideraciones.

2.3. Recursos Tecnológicos

Durante el desarrollo de ¡AccesaYa!, se hicieron uso de diversos recursos tecnológicos cruciales que desempeñaron un papel fundamental en la implementación de la aplicación web. Los principales recursos incluyeron Figma, Visual Studio Code, Vite, FL Studio, React.js, Leaflet API, Tailwind CSS, Node.js y MongoDB.

Estos recursos tecnológicos fueron vitales para el éxito en el desarrollo de ¡AccesaYa! y aseguraron la funcionalidad, eficiencia y accesibilidad de la aplicación web. En conjunto, estos recursos tecnológicos se fusionaron para crear una aplicación web que no solo cumple con los estándares de funcionalidad y eficiencia, sino que también garantiza la accesibilidad y la utilidad para las personas con movilidad reducida, promoviendo así la inclusión y la mejora de su calidad de vida.

3. Resultados

3.1. Prototipo Funcional

El prototipo AccesaYa! Tiene como objetivo brindar información sobre donde poder ubicar baños y estacionamientos para PcD con movilidad reducida, mediante GPS, en donde los usuarios pueden interactuar y ver en tiempo real la ubicación de cada uno de estos lugares, para que al momento de movilizarse los usuarios tengan referencia de estas. A continuación, se muestra un modelo de arquitectura del sistema. De esta forma se puede apreciar lo necesario para que funcione adecuadamente (ver figura 1).

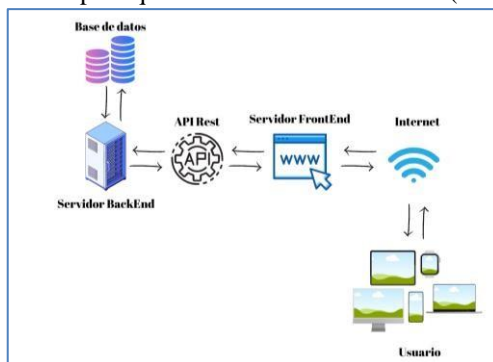


Fig. 1. Arquitectura de la aplicación

Al seleccionar un filtro, la aplicación responde con todas las ubicaciones las cuales se muestran en el mapa. Estas ubicaciones implementan modelos de clústeres para agrupar los sitios cercanos y así brindar una visibilidad más organizada y facilitar la navegación. Al dar clic en una ubicación, se muestra un recuadro con la información del lugar y un botón que muestra un seguimiento de la ruta (ver figura 2).



Fig. 2. Interfaz de localización

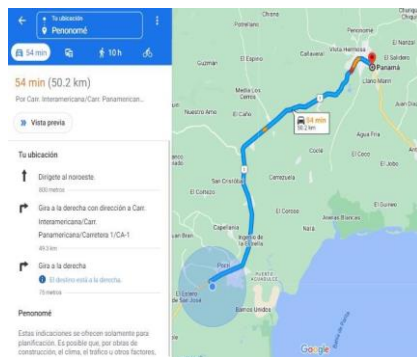


Fig. 3. Ruta de navegación

Al presionar el botón “Ir” la aplicación web redirige al usuario a Google Maps para mostrar la ruta más adecuada desde la ubicación actual hasta la ubicación seleccionada (ver figura 3).

En el diseño de AccesaYa! se ha desarrollado una interfaz que incluye un manual de uso de la aplicación, con el objetivo de facilitar la comprensión y el uso de la misma, especialmente para aquellas personas con poca experiencia tecnológica. El manual proporciona instrucciones claras y detalladas sobre cómo utilizar las funcionalidades de la aplicación, permitiendo a los usuarios familiarizarse rápidamente con su funcionamiento. A continuación, se muestra la representación visual de este manual, el cual se encuentra integrado en la interfaz para brindar un acceso fácil y rápido a las indicaciones necesarias. Esta característica contribuye a que un amplio rango de usuarios pueda aprovechar al máximo las capacidades de manera intuitiva y efectiva (ver figura 4).



Fig. 4. Manual de uso de la aplicación

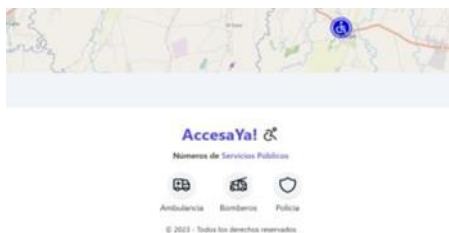


Fig. 5 Módulos telefónicos

Se presenta una sección en la parte inferior de la aplicación web que contiene tres botones con acceso directo a los números telefónicos de servicios públicos estatales, tales como ambulancia, bomberos y policía. Esta funcionalidad ha sido integrada considerando la seguridad del usuario, brindándole la posibilidad de realizar una llamada rápida al número correspondiente en caso de un accidente u emergencia. Esta

característica busca proporcionar una respuesta inmediata y eficiente ante situaciones de riesgo, garantizando la pronta atención y asistencia necesaria. La inclusión de estos botones de contacto directo demuestra el compromiso de AccesaYa!

con la seguridad y bienestar de sus usuarios (ver figura 5).

La sección correspondiente al formulario de sugerencias dentro de la aplicación permite a los usuarios enviar sus sugerencias o proponer nuevas localizaciones que aún no estén incluidas en la plataforma. Estos envíos son dirigidos a una dirección de correo electrónico específica, donde el administrador del sistema revisa la información recibida. En caso de que la información sea precisa y verificada, el administrador procede a realizar las actualizaciones correspondientes en la base de datos del sistema. Esta funcionalidad permite una colaboración activa por parte de los usuarios, fomentando la participación y mejorando continuamente la calidad y precisión de los datos disponibles (ver figura 6).

Fig. 6. Formulario de sugerencias

Por lo pronto los datos se colocan directamente en la base de datos, pero se ha considerado agregar una interfaz donde las personas puedan introducir nuevos sitios, los cuales serán verificados por un monitor quien comprobará la validez del mismo y autorizará la visibilidad.

3.2. Resultados estadísticos de la prueba y validación del prototipo

En esta sección se muestran los diferentes resultados de las entrevistas realizadas con el fin de dar a conocer la aplicación web y obtener sugerencias o críticas de los usuarios para mejorar el sistema, también se ha probado en distintos lugares y con distintas personas para obtener de alguna forma un testeo real de la aplicación. Este prototipo está disponible en <https://acesaya.vercel.app/>. El número máximo de personas encuestadas ha sido de: 200 personas entre Aguadulce, Penonomé y Antón. El 67% de los encuestados indica que los estacionamientos y baños no son visibles y que no son fáciles de localizar (ver figura 7).



Fig. 7: Poca visibilidad de estacionamientos y baños



Fig. 8: Grafica acerca de la inclusión mediante la aplicación

Todos los encuestados, es decir, el 100%, están de acuerdo en que el uso de la aplicación mejora la visibilidad y la inclusión (ver figura 8).

Más del 90% considera que la aplicación es fácil de utilizar (ver figura 9).



Fig. 9: Usabilidad de la aplicación

4. Conclusiones

Este proyecto representa un logro notable en la creación de una aplicación web que suministra información esencial sobre la ubicación de baños y estacionamientos adaptados para personas con limitaciones en la movilidad. A lo largo del proceso de desarrollo, se han aplicado diversas metodologías y recursos tecnológicos para asegurar que la aplicación sea funcional, fácil de usar y accesible.

Se ha puesto un énfasis especial en la colaboración activa de usuarios con discapacidad, quienes han aportado valiosas opiniones y referencias que se han integrado en el sistema, garantizando así que se tengan en cuenta sus necesidades y expectativas. Encuestas, entrevistas y pruebas de usabilidad han sido herramientas fundamentales para recopilar información y realizar mejoras en la plataforma.

Los recursos tecnológicos utilizados, como Figma, Visual Studio Code, React JS y Tailwind CSS, entre otros, han posibilitado la creación de una interfaz intuitiva y adaptable a diversos dispositivos y tamaños de pantalla. Además, se ha implementado un sistema de geolocalización en tiempo real y se han incorporado servicios de emergencia para garantizar la seguridad de los usuarios.

El prototipo presenta ventajas sustanciales en comparación con otras aplicaciones similares disponibles en el mercado. Ofrece información confiable y actualizada, es de acceso gratuito, está disponible en varias plataformas y proporciona funcionalidad las 24 horas del día. En resumen, se trata de una solución altamente beneficiosa y accesible para las personas con movilidad reducida.

5. REFERENCIAS

- [1] E. M. Arjona, “Movilidad, un reto para las personas con discapacidad,” Feb. 16, 2020.
<https://www.laestrella.com.pa/cafeestrella/cultura/200216/movilidad-reto-personasdiscapacidad> (accessed Apr. 29, 2023).
- [2] SENADIS, “POLÍTICA DE DISCAPACIDAD,” 2009, Accessed: Apr. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.senacyt.gob.pa/wp-content/uploads/2017/04/Politica-de-Discapacidad-de-laRep%C3%BAblica-de-Panam%C3%A1.pdf>
- [3] Panamá-Defensoría del Pueblo, “Ley No. 42- 27 de agosto de 1999),” Panamá. Accessed: Jun. 13, 2023. [Online]. Available: <https://www.mire.gob.pa/images/ministerios/leyesdecretos/ley42-1999.pdf>
- [4] D. M. Zambrano *et al.*, “Prototipo para orientación de personas con discapacidad Visual mediante una aplicación para móvil,” *Revista Científica*, vol. 35, no. 2, pp. 247–257, May 2019, doi: 10.14483/23448350.14523.
- [5] COCEMFE, “Accessibility Plus se consolida como la app de referencia sobre accesibilidad,” Jul. 18, 2016.
<https://www.cocemfe.es/informate/noticias/accessibilityplus-se-consolida-como-la-app-de-referencia-sobreaccesibilidad/> (accessed Jun. 04, 2023).
- [6] A. Porras, C. Garcia, M. Mora, and G. Carillo, “Ciudad, discapacidad e innovación social digital: APP móvil para la georreferenciación de puntos accesibles City, disability and digital social innovation: Mobile App for the georeferencing of accessible points”, doi: 10.48082/espaciosa20v41n50p29.
- [7] G. Carballeda, P. Domínguez, and S. Sánchez, “PARBATH: Aplicación móvil para localizar baños y estacionamientos,” *Revista de Iniciación Científica*, vol. 6, no. 2, pp. 15–20, Dec. 2020, doi: 10.33412/rev-ric.v6.2.2879.
- [8] SENADIS, “Manual de Usuario-3ra. Edición.” <https://www.senadis.gob.pa/documentos/recientes/manualde-acceso.pdf> (accessed Apr. 03, 2023).
- [9] M. Claudia Albornoz, “Diseño de Interfaz Gráfica de Usuario ,” Oct. 20, 2014. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/41578> (accessed Apr. 09, 2023).

Analysis of commercial applications focused on Autism Spectrum Disorder

Moisés Hernández-Cuevas¹, Viviana Yarel Rosales-Morales², Maykol José Cuéllar-Sánchez³

¹ Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana (México)
zS22000725@estudiantes.uv.mx

² Cátedras CONACyT, Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana (México)
vivrosales@uv.mx

³ Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana (México)
zS20000355@estudiantes.uv.mx

Abstract. Software development involves various phases that require significant dedication in terms of time and effort from the development team in order to improve the quality of the final product. Quality is a key aspect that users seek in software, and there are specific characteristics that a software product must have to meet quality standards. This paper presents an analysis of 13 apps focused on Autism Spectrum Disorder. These apps were evaluated using the ISO 25000 standard. The main features to be evaluated were selected from the table of Software Product Quality Metrics (Internal and External Quality) - ISO/IEC 25023. Additionally, a qualitative analysis was conducted on the most representative characteristics of the applications.

Keywords: ISO 25023, Autism Spectrum Disorder (ASD), Telemedicine, Autism.

1. Introduction

In this paper, present an evaluation of 13 apps developed to support people with Autism Spectrum Disorder (ASD). In the domain of electronic health (eHealth), a series of aspects (A) and factors (F) were detected that must be considered in the development of this type of applications.

An evaluation of the applications in question has been carried out, following the guidelines established by ISO 25023 standards regarding internal and external quality metrics. Throughout this evaluation, it has been observed that several of the metrics specified in said standard are not included in the evaluated applications. It is essential to emphasize that the evaluation focuses on the quality of the applications through the implementation of the ISO standard, rather than concentrating on user final acceptance.

This means that our primary focus is on ensuring that the applications meet the quality standards established by the ISO standard.

Software development entails a series of challenges, and specific challenges arise when developing applications in the healthcare domain [1]. Currently, the global health crisis has increased the demand for healthcare services, and in our field, the demand for telemedicine software is growing rapidly. The term "telemedicine" refers to the provision of remote or distance healthcare services (prevention, diagnosis, treatment) through technological resources that optimize patient care, save time and costs, and increase accessibility for users [2].

Telemedicine has evolved significantly since its early days, and it is currently growing rapidly due to technological advancements and the global pandemic situation.

With the increase in internet connectivity and the growing adoption of information technologies worldwide, it is highly likely that telemedicine will continue to expand in the future, offering new possibilities for healthcare delivery to patients around the world [3].

The objective of this paper is to assess the selected applications to identify the status of health applications focused on ASD according to ISO standards. It also aims to identify areas of opportunity for improving the quality of applications focused on ASD and to understand the desirable requirements and aspects that a user-centered design application should encompass.

Currently, the use of applications has become increasingly common in various fields, ranging from entertainment to health. However, the abundance of available options can make it challenging to select an appropriate application for our needs. To assist users in making informed decisions, various methods of evaluating applications have been developed, including gathering numerical data obtained from them and applying specific criteria to assess their quality. This work will delve into the significance of these approaches for application evaluation and their influence on the user experience.

It is important to note that within the framework of this study, an evaluation of the state of the practice has been conducted. In this context, the literature review has highlighted some related works, among which Cuéllar [4] evaluation stands out, addressing similar aspects to those addressed in the current study.

Finally, as a future project, are currently working on the development of a mobile application focused on autism care, taking into account the metrics established in ISO 25023.

2. Research Methodology

In this section, the steps of the research method, the exploration of applications, the criteria used for selection and exclusion, as well as the metrics and standards considered in the evaluation process, are detailed.

Firstly, took an initial look at the number of apps available on the Google Play Store. Two search strings were used: "Trastorno del Espectro Autista" (CB1) and "Autism Spectrum Disorder" (CB2).

It is crucial to emphasize the rationale behind the application of these criteria. While the study is based on the analysis of existing applications within a specific app store

designed for a particular operating system, According to Mena [5], Android stands out as the leading global mobile operating system, commanding a significant market share of 71%. Therefore, the decision was made to conduct the evaluation on this operating system. The criteria set for the selection of applications was a minimum rating of 4 stars, considered an indicator of satisfaction on the PlayStore.

The choice focused on applications related to ASD, excluding those outside of this domain, with ratings below 4 stars, in languages other than Spanish or English, and those requiring purchases or additional physical accessories for functionality.

Table 1. Application selection criteria.

Inclusion Criteria	Exclusion Criteria
CI1. Equal to or higher than 4 stars	CE1. Duplicate apps
CI2. Free apps	CE2. Apps out of context

However, a subset of these applications was identified that offered a premium variant, which entails a cost to access the full range of functionalities. As a result, these specific applications did not meet the necessary rating standard to be deemed suitable within the scope of the present study.

The next step is the development of quantitative analysis based on the ISO/IEC 25023 standard, which proposes a general model of software product quality (internal quality and external quality), and a qualitative analysis with the most representative characteristics of the applications [6].

After applying the inclusion and exclusion criteria, proceeded with the evaluation of the applications using a set of metrics and standards. Used the ISO/IEC 25023 standard to assess the external quality of the applications. This standard proposes a general model of software product quality that encompasses both the internal and external quality of the product. Additionally, a qualitative analysis of the most representative characteristics of the applications was performed.

3. Evaluation

This section describes the quantitative and qualitative analysis conducted to evaluate the applications. The methodology employed was based on an aspect and factor framework developed according to the ISO 25023 standard, as shown in Table 2, to assess the external quality of the applications. A 3-point Likert scale [7] was used for scoring, where 3 points were awarded to factors addressed, 2 points to those partially addressed, and 1 point to factors not addressed. List of aspects and factors for evaluation:

Table 2. Quality Evaluation According to ISO 25023 Standard.

Aspects	Factors
A1. Functional Suitability	F1. Functional Accuracy

A2. Reliability	F1. Maturity, F2. Availability, F3. Fault Tolerance, F4. Recoverability
A3. Usability	F1. Capability to Recognize Suitability, F2. Capability to be Understood, F3. Operability, F4. User Error Protection, F5. User Interface Aesthetics, F6. Technical Accessibility
A4. Security	F1. Confidentiality, F2. Non-repudiation, F3. Accountability, F4. Authenticity
A5. Compatibility	F1. Co-Existence, F2. Interoperability
A6. Maintainability	F1. Modularity
A7. Portability	F1. Installability, F2. Replaceability

The evaluation process was carried out through a collaborative approach, where two evaluators worked together to assess the obtained results, this evaluation was conducted in the month of April 2023. To ensure objectivity in the evaluation, the average of the results from both evaluators was taken. This approach allowed for a more comprehensive and accurate perspective of the findings, increasing the reliability of the obtained results.

The results were presented in the form of a report, which included a description of the overall strengths and weaknesses. A comprehensive evaluation of the quality of each application was provided, along with general recommendations to improve their quality based on areas that required further attention.

3.1. Quantitative Analysis

This work focuses on exploring the importance of these quantitative aspects for application evaluation and their impact on the user experience. By analyzing numerical data and applying evaluation factors, informed decisions can be made regarding their usefulness, effectiveness, and quality.

It is important to mention that during the research methodology, a total of 40 apps were found as a result of the search using the two aforementioned search strings (CB1, CB2).

The average score obtained by the evaluated applications is 51 points. The lowest score obtained was 42 points, while the highest score was 55 points. If all factors were considered partially addressed, the total score would be 22 points. The lowest-rated application was App13 "Search on Arasaac" with a score of 42 points, while the highest-rated applications were App1 "Juegos para niños con autismo" and App6 "Speech Blubs: Logopedia", both with a score of 55 points each. The applications are numbered from App01 to App13 in ascending order, in Table 3 you can see the list of apps.

Regarding the evaluation results, both the average scores obtained from the combination of both evaluators are presented, as shown in Figure 1. The information presented in this figure allows for a visual representation of the sum of each evaluated factor in each aspect. A total of 7 aspects were evaluated, each of which had a specific number of factors that were assessed. Therefore, the table displays the sum of the factors to generate a graph that illustrates the results.

Figure 1 presents the scores assigned to each evaluated request for each evaluation criteria, as well as well as the total score obtained by summing up the scores of each

criteria. This table enables the comparison of evaluations among different apps for each aspect and offers an overall evaluation of each application.

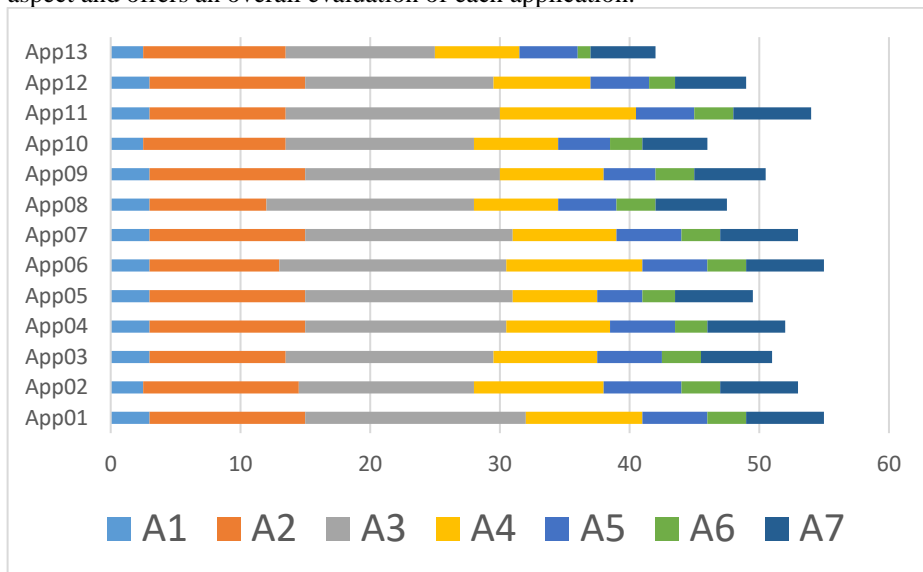


Fig. 1. Ratings of the apps according to the quality evaluation based on the ISO 25023 standard.

Based on the results, can point out that aspects A4. Security and A5. Compatibility, which the evaluation revealed as inadequately addressed in these applications. While it is crucial to highlight A6. Maintainability, which received a low rating, it is important to note that this aspect was only assessed within one factor, F1. Modularity, which also has a low score.

Table 3. Descriptive Information of Each Application

ID App	Name	Developer
App01	Juegos para niños con autismo [8]	IDZ Digital Private Limited
App02	Terapia del Lenguaje y Cogniti [9]	ImagiRation LLC
App03	Jade [10]	Jade Autism
App04	José Aprende [11]	Fundación Orange
App05	Juegos de atención para niños [12]	AppQuiz
App06	Speech Blubs: Logopedia [13]	Blub Blub Inc
App07	Card Talk [14]	Litalico Inc
App08	TDAH Test+ [15]	Psicopedia
App09	Aprende sensorial de niños [16]	Sensory Play Apps
App10	PD Test - Prueba de Trastornos [17]	People'n Droid
App11	Rutina de Divertida [18]	Phaneronsoft

App12	PictoDroid Lite [19]	Accegal
App13	Search on Arasaac [20]	Alessandro La Rocca

3.2. Qualitative Analysis

During our analysis of applications for treating ASD, noticed certain peculiarities regarding the user interface, including the use of English terms mixed with Spanish. Additionally, found that data collection is a common feature in many of these applications, but its use is not focused on improving the user experience or security. On the other hand, found that many of the creators of these applications do not pay enough attention to crucial aspects such as interoperability with other systems and overall documentation of the application, which could affect its quality and efficiency in serving patients with ASD. It is important to highlight that these applications do not include important functions to ensure the quality of healthcare services, such as telemedicine capabilities or medication management.

In addition to presenting the results in a report, they were also visually presented in a clear and concise graph. In this graph, the areas that were less addressed, such as security, were highlighted, allowing for easy identification of the weak points of each application. Specific recommendations were also provided to improve the quality of the evaluated applications, focusing on the aspects that needed more attention, such as security. In this way, valuable information was provided to mobile application developers and designers, enabling them to enhance the quality of their products and, consequently, the experience of patients with ASD who use them. Another aspect analyzed was the quality, functionality, technology, and user-centered design, which are crucial elements for any commercial application targeting ASD. To achieve this, a series of features are required that can significantly enhance the user experience.

3.3. Results

In this section, the results of the evaluation of 13 ASD-focused applications according to ISO 25000 standard are presented. The results indicate that aspects A2 and A3 were the most addressed by each developer, obtaining the highest scores in the evaluation. However, aspect A4, related to security, was the least addressed, indicating a lack of attention in this area by the application developers. These results suggest that greater attention is needed in the security of ASD applications to ensure the protection of user information and privacy. In summary, these findings can be useful for developers and users of ASD applications in improving their quality.

Similarly, user feedback is crucial for improving the quality of the application. The ability to provide feedback, suggestions, and report errors directly from the application can help developers improve its functionality and effectiveness. It is also important for developers to release frequent updates to fix bugs and enhance the security of the application.

It is important to note that this study has some limitations that may influence the generalization of the results. Firstly, the sample of evaluated applications was limited to 13 specific applications for ASD. Although an analysis was conducted on these applications, there may be other applications available in the market that were not included in this study. Additionally, it is important to consider that the evaluation was

conducted during a specific time period, which may imply that the features and performance of the applications could have changed since then. These limitations highlight the need for broader and updated studies to gain a comprehensive understanding of the quality and safety of ASD applications available today.

4. Conclusions

In conclusion, the implementation of the guidelines of ISO 25023 standard is relevant to ensure the quality of mobile applications, especially in the field of healthcare. Evaluating mobile applications using this standard allows for the identification of areas of opportunity in each application and provides specific recommendations to improve their quality and safety. This can have a significant impact on the lives of patients and enhance their experience with ASD applications and, more broadly, with any health-related application. Therefore, it is important for mobile application developers and designers to commit to implementing ISO 25023 and ensuring the quality and safety of their products to enhance the quality of life for end users.

Although there are few available applications for ASD, the results of this study demonstrate that many developers overlook important aspects such as security, interoperability, and general documentation of the application. It is concerning that developers have not yet integrated significant features to enhance the quality of healthcare services, such as telemedicine and audio-video communication, as these characteristics are fundamental to maintain product quality and prevent users from abandoning the application [21]. For future work, the scope of the study could be expanded to include other app stores like Apple's App Store or Microsoft Store, as well as the development of an application that incorporates most of the mentioned features and allows for monitoring the care of patients with ASD or exploring a new area of research.

Similarly, it is concluded that the evaluated applications for ASD have deficiencies in terms of their quality, limiting their usefulness for end users. It is important for developers of health applications to consider quality aspects from the beginning of the development process to prevent issues and ensure user safety. Additionally, it is suggested to conduct similar studies in other healthcare domains to assess the quality of existing applications and improve their quality. Finally, developers can use this work to identify areas of opportunity where they can enhance the quality of their applications. This is because some of the evaluated apps are not well-built and lack a user-centered approach, which means they do not consider proper design.

5. References

- [1] SÁENZ BLANCO, F. A. B. I. O. L. A., GUTIÉRREZ SIERRA, F. R. E. D. E. R. I. C. K., & RAMOS RIVERA, J. C. (2018). Conformación de equipos ágiles para el desarrollo de software: revisión de literatura. *Dimensión Empresarial*, 16(2), 39-54.
- [2] Márquez, J. R. (2020). Teleconsulta en la pandemia por Coronavirus: desafíos para la telemedicina pos-COVID-19. *Revista colombiana de Gastroenterología*, 35, 5-16.

- [3] Ryu, S. (2012). Telemedicine: opportunities and developments in member states: report on the second global survey on eHealth 2009 (global observatory for eHealth series, volume 2). *Healthcare informatics research*, 18(2), 153-155.
- [4] Cuéllar-Sánchez, M. J., Rosales-Morales, V. Y., & Benítez-Guerrero, E. I. (2022). Analysis of commercial health apps focused on pregnancy control. (p. 255-262). México: Atica.
- [5] Mena Roa, M. (2023). El mapa mundial de Android e iOS. Statista. [Online]. Available: <http://tiny.cc/8ambvz>
- [6] Balseca Chisaguano, E. A. (2014). Evaluación de calidad de productos de software en empresas de desarrollo de software aplicando la norma ISO/IEC 25000 (Bachelor's thesis, Quito, 2015.).
- [7] T. Rinker, «Likert,» [Online]. Available: <http://tiny.cc/b18zuz> [Last access 15 Abr 2023]
- [8] GOOGLE "Juegos para niños con autismo", [Online]. Available: <http://tiny.cc/pas6vz> [Last access 15 Abr 2023].
- [9] GOOGLE "Terapia del Lenguaje y Cogniti", [Online]. Available: <http://tiny.cc/qas6vz> [Last access 15 Abr 2023].
- [10] GOOGLE "Jade", [Online]. Available: <http://tiny.cc/ras6vz> [Last access 15 Abr 2023].
- [11] GOOGLE "José Aprende", [Online]. Available: <http://tiny.cc/sas6vz> [Last access 15 Abr 2023].
- [12] GOOGLE "Juegos de atencion para niños", [Online]. Available: <http://tiny.cc/tas6vz> [Last access 15 Abr 2023].
- [13] GOOGLE "Speech Blubs: Logopedia", [Online]. Available: <http://tiny.cc/uas6vz> [Last access 15 Abr 2023].
- [14] GOOGLE "Card Talk", [Online]. Available: <http://tiny.cc/pas6vz> [Last access 15 Abr 2023].
- [15] GOOGLE "TDAH Test+", [Online]. Available: <http://tiny.cc/was6vz> [Last access 15 Abr 2023].
- [16] GOOGLE "Aprende sensorial de niños", [Online]. Available: <http://tiny.cc/xas6vz> [Last access 15 Abr 2023].
- [17] GOOGLE "PD Test - Prueba de Trastornos", [Online]. Available: <http://tiny.cc/yas6vz> [Last access 15 Abr 2023].
- [18] GOOGLE "Rutina de Divertida", [Online]. Available: <http://tiny.cc/zas6vz> [Last access 15 Abr 2023].
- [19] GOOGLE "PictoDroid Lite", [Online]. Available: <http://tiny.cc/0bs6vz> [Last access 15 Abr 2023].
- [20] GOOGLE "Search on Arasaac", [Online]. Available: <http://tiny.cc/1bs6vz> [Last access 15 Abr 2023].
- [21] Organización Panamericana de la Salud. (2016). Marco de Implementación de un Servicio de Telemedicina.

Taxonomía y procedimiento OSINT en RRSS

Víctor Pablo Prado Sánchez¹, José Javier Martínez Herraiz¹

¹Departamento de Ciencias de la Computación. Universidad de Alcalá (España)
victor.prado@edu.uah.es; josej.martinez@uah.es

Resumen. Hoy en día tenemos millones de datos y de información publicada en internet y de acceso libre debido a la contante y continua publicación de nuevos contenidos mediante diversas formas, redes sociales, blogs... Esto ha favorecido que se almacene una desorbitada cantidad de datos online a partir de los cuales se puede obtener información de gran valor y utilidad mediante técnicas como OSINT. En este trabajo estudiaremos e investigaremos diferentes herramientas y técnicas OSINT existentes, cómo se utilizan, su formación, sus objetivos y sus consecuencias en un enfoque centralizado en redes sociales.

Palabras clave: OSINT, ciberseguridad, ciberdelincuente, información, inteligencia, fuentes abiertas, redes sociales.

1. Introducción

A la hora de plantear el concepto OSINT, debemos fijar su definición: Open Source Intelligence; o lo que es lo mismo, Inteligencia de Fuentes Abiertas, aquellas a las que se pueden acceder desde la surface web, es decir, desde la primera capa de Internet en la cual no existe ningún tipo de restricción.

Hoy en día el 68% de toda la población (5.44/8.01 billones) tiene un teléfono móvil, un 64.4% (5.16/8.01 billones) usa internet, y el 59.4% (4.76/8.01 billones) tiene redes sociales [1].

Las técnicas y herramientas de OSINT pueden dar lugar a resultados muy extensos dependiendo del objetivo; es importante categorizar toda información correctamente, y más aún cuando lo enfocamos a las redes sociales.

España no se cuenta con un organismo que rija y controle OSINT. Otros países, como en Estados Unidos, podemos apreciar dos organismos que se encargan de regular toda la inteligencia e información obtenida por medio OSINT: OSE, Open Source Enterprise, o lo que es lo mismo, Proyecto de Fuentes Abiertas y NOSIC, National Open Source Intelligence Centre, o lo que es lo mismo, Centro Nacional de Inteligencia de Fuentes Abiertas [2].

2. Taxonomía OSINT en RRSS

Se obtiene la taxonomía tras una investigación previa donde se lleva a cabo la clasificación y organización jerárquica para poder identificar las redes sociales, todo ello por medio del estudio e investigación sobre diferentes redes sociales con las que hemos tratado.

Por ello, se establece una estructura lógica y coherente para agrupar las redes sociales y diferenciarlas. La taxonomía creada contiene varias condicionantes, que, a la vez, se tratan de diferentes procesos para la clasificación de las redes sociales:

- **Autenticación:** se verifica y confirma la identidad de un usuario que intenta acceder a una cuenta en las redes sociales. Se trata de un mecanismo de seguridad para proteger la privacidad de los usuarios y evitar el acceso no autorizado a sus cuentas.
- **API:** permiten a las redes sociales actuar como un intermediario; de esta forma facilita la comunicación entre distintas aplicaciones o servicios, mejorando la interoperabilidad y la eficiencia en el desarrollo y uso de software.
- **Multimedia:** se presentan diferentes formas de presentación de datos e información; puede ser a través de texto, imágenes, audio, vídeo, entre otros.
- **Metadatos:** se trata de la información y datos que se encuentran dentro de otras fuentes de información y datos. Existen metadatos en imágenes, vídeos, bases de datos o páginas webs que nos aportan información extra sobre los mismos.

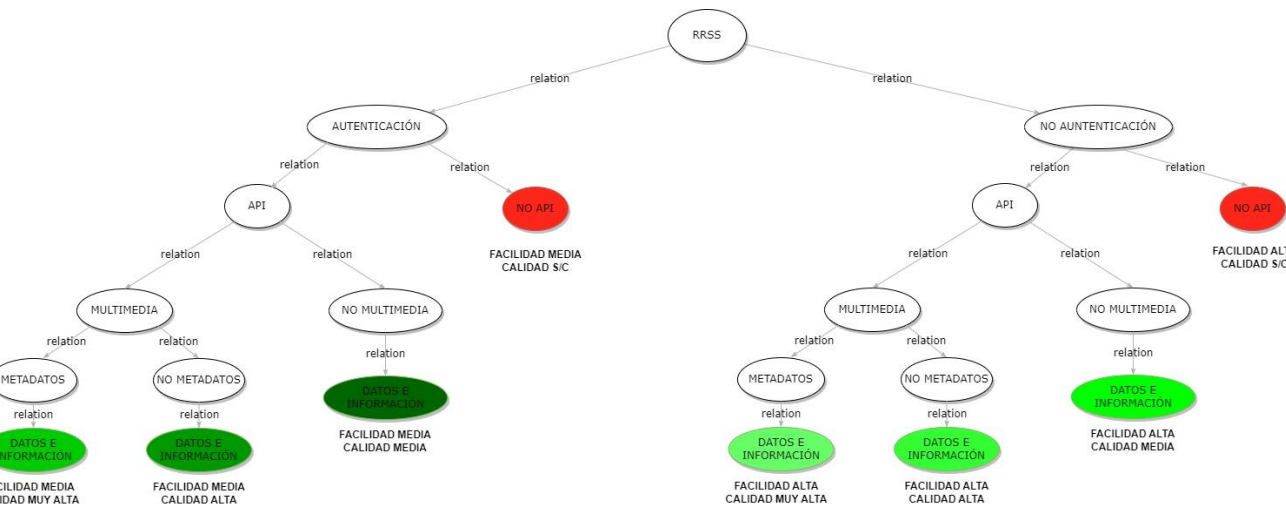


Fig. 1. Taxonomía establecida para la correcta clasificación y organización de las redes sociales dentro de OSINT.

La taxonomía cuenta con una estructura lógica y coherente para agrupar las redes sociales y diferenciarlas, es por ello, que podemos llegar a obtener un total de ocho

caminos diferentes para medir el grado de la calidad de la información y datos y la dificultad para obtenerla. El modo de obtener la información y datos de redes sociales depende del nivel de facilidad para su obtención, y el nivel de la calidad de esta.

Tabla 1. Grado de facilidad y calidad de la información obtenida.

Nivel	Camino	Facilidad	Calidad
Nivel 1	Autenticación; No API	Media	Sin calificar
Nivel 2	Autenticación; API; No multimedia	Media	Media
Nivel 3	Autenticación; API; Multimedia; No metadatos	Media	Alta
Nivel 4	Autenticación; API; Multimedia; Metadatos	Media	Muy Alta
Nivel 5	No autenticación; No API	Alta	Sin calificar
Nivel 6	No autenticación; API; No multimedia	Alta	Media
Nivel 7	No autenticación; API; Multimedia; No metadatos	Alta	Alta
Nivel 8	No autenticación; API; Multimedia; Metadatos	Alta	Muy alta

Los niveles existentes en los que se define la facilidad y calidad son: sin calificar, baja, media, alta y muy alta. Estos niveles se otorgan dependiendo el grado de facilidad con los que se llega a obtener la información, y al grado de calidad sobre la información obtenida.

El mejor nivel para obtener información y datos es a través del nivel 8; ya que el nivel de facilidad es alto, y la calidad es muy alta: su camino pasa por qué no exista autenticación, que accedamos a su API sin problemas, que podamos hacer uso y obtener multimedia, y, por último, que este contenido multimedia contenga diferentes metadatos implícitos.

Por otro lado, el peor nivel para obtener información y datos es el nivel 1; el nivel de facilidad es medio, y la calidad no se puede calificar al no poder obtener nada de información ni de datos; su camino pasa por que exista autenticación, y que no podamos acceder a su API.

3. Procedimiento OSINT en RRSS

Se elabora un procedimiento tras una investigación previa donde hemos identificado tres ciclos fundamentales: la recolección de información y datos de fuentes abiertas, que, tras procesarlos, conseguimos el conocimiento, con el cual, por último, obtenemos las conclusiones con base de inteligencia.

Información y datos: La información generalmente se refiere a datos organizados, estructurados o contextualizados de manera que sean útiles y relevantes para la toma de decisiones.

1. **Búsqueda activa:** fase en la cual se fija un caso de uso como objetivo, y a partir de ello, comienza la recolección de información y datos de fuentes abiertas para de esta forma obtener la máximo cantidad de estos.
2. **Verificación:** proceso por el cual se procede a validar y corroborar la legitimidad de la información obtenida en la fase de búsqueda activa.
3. **Búsqueda centralizada:** una vez verificada toda la información obtenida, toca focalizar nuestro caso de uso y realizar una búsqueda centralizada con mayor profundidad con ayuda de la verificación previamente realizada.

Conocimiento: consiste en la comprensión de diferentes técnicas y principios con los que poder emplear para resolver determinadas situaciones.

4. Síntesis: proceso por el cual se lleva a cabo la evaluación y síntesis de toda la información que se ha recolectado; esto se debe a que, si no han sido evaluada, entonces todavía no podremos pasar al ciclo de inteligencia.

Inteligencia: es el resultado de la recopilación, evaluación, análisis, integración e interpretación de toda la información disponible de importancia directa o potencialmente material para la planificación y las operaciones.

5. Informe: se trata de una herramienta que contribuye a la extracción de conclusiones y toma de decisiones, siendo el resultado final del proceso del ciclo de inteligencia y, por tanto, el final de la investigación.

Con este procedimiento podemos ver los diferentes procesos a realizar para obtener un informe final basado en un caso de uso con inteligencia.

4. Conclusiones

Hemos podido observar la gran cantidad de datos e información que se encuentran expuestos en internet. No se trata de indagar dentro de la Dark o la Deep web, basta con estar en la Surface web y usar nuestros medios habituales.

Las personas y organizaciones se exponen de forma muy sencilla en internet, por medio en gran parte, al uso de sus redes sociales, ya que de esta forma son vulnerables gracias a ellos mismos debido al contenido que suben a la red.

Una manera de ampliar el proyecto sería la del análisis teórico y experimental de las diferentes políticas de privacidad que contienen las redes sociales; esto se debe a que como hemos visto, son las que más restricciones tienen, también a nivel de API. Por otro lado, también se puede llevar a cabo el estudio práctico, es decir, fijar unos objetivos como víctima, y obtener un informe final con todo el conocimiento obtenido a través del OSINT en las redes sociales; en ese informe se puede plasmar la información por medio de herramientas de representación gráfica y visualización (GEPHI, SOCINT, MALTEGO).

5. Referencias

- [1] Digital 2023, «We Are Social Spain. [En línea]. Available: <https://wearesocial.com/es/blog/2023/01/digital-2023/>. [Último acceso: 27 09 2023].
- [2] «NOSIC. [En línea]. Available: <https://www.nosic.com.au/>. [Último acceso: 27 09 2023].

Integración de pruebas de accesibilidad en el proceso de desarrollo de software: Mapeo Sistemático De Literatura

Guadalupe Isabel Bello Castañares¹, Juan Carlos Pérez Arriaga¹

¹ Universidad Veracruzana (México)

zs22000726@estudiantes.uv.mx, juaperez@uv.mx

Resumen. El software accesible es relevante porque garantiza que todas las personas independientemente de sus capacidades puedan utilizarlo de manera efectiva. Abordar y aplicar pruebas de accesibilidad desde las primeras etapas del desarrollo puede ahorrar tiempo, dinero y esfuerzo. Realizar correcciones de accesibilidad en una etapa avanzada del desarrollo suele ser más costoso y complicado que hacerlo desde el principio. Es importante probar la accesibilidad para garantizar que se cumplan los estándares de accesibilidad y obtener un producto accesible. Este estudio tiene como objetivo realizar un mapeo sistemático de la literatura que analice las técnicas, artefactos y herramientas utilizadas en las pruebas de accesibilidad en el desarrollo de software. A través del mapeo sistemático, se identificaron 23 estudios que destacan las diferentes herramientas y métodos de pruebas de accesibilidad disponibles, se destaca que tres de ellos recomiendan pruebas de accesibilidad en fases tempranas, como la etapa de requisitos, diseño e implementación. Los artículos restantes optan por pruebas de accesibilidad en la fase final del producto. Estos hallazgos establecen una base para el desarrollo de una guía que oriente las pruebas de accesibilidad en el proceso de desarrollo de software.

Palabras clave: Accesibilidad. Accesibilidad Web. Pruebas de Software. Verificación de Software. Proceso de Pruebas.

1. Introducción

En la actualidad diversas empresas se dedican al desarrollo de software, creando una amplia variedad de programas y aplicaciones utilizados en la vida diaria. En la fase final del ciclo de desarrollo de software es común que al final del proceso de desarrollo se realicen pruebas entre ellas las pruebas de accesibilidad, en ocasiones estas pruebas revelan que el software no es accesible, por lo cual requiere ajustes costosos en términos de tiempo y esfuerzo. En el desarrollo de software existen metodologías que definen algunas actividades enfocadas a verificación y validación por cada etapa del ciclo del desarrollo de software, para el caso de etapa de la fase de requisitos existe actividades de verificación y validación de tal manera que al capturar los requisitos de calidad en las primeras etapas de desarrollo puede mejorar todo el ciclo de vida del software [1]. Un software accesible reduce la necesidad de costosas correcciones en etapas avanzadas del desarrollo, ahorrando tiempo y recursos.

El propósito de esta investigación es analizar estudios sobre pruebas de accesibilidad en el desarrollo de software en diferentes fases, de igual manera conocer que tipos de herramientas se utilizan para evaluar la accesibilidad. Se busca obtener antecedentes que brinden orientación sobre pruebas de accesibilidad en cada fase del desarrollo y así lograr programas, sistemas o aplicaciones plenamente accesibles.

El documento sigue una estructura que consta de las siguientes secciones: En la Sección 2 se encuentran los trabajos relacionados, Sección 3 el método utilizado para la RSL, Sección 4 Respuestas a las preguntas de investigación, en la Sección 5 Discusión, Sección 6 Conclusión de la revisión sobre el trabajo de investigación y por último en la Sección 7 se encuentra el apartado de Referencias.

2. Trabajos relacionados

La creación de herramientas para generar sitios web accesibles impacta significativamente en la sociedad, como lo mencionan los autores [2], quienes proponen directrices denominadas GPCA que ofrecen una alternativa para los desarrolladores de software, incluyendo ejemplos prácticos para garantizar la accesibilidad en productos. Aún existen sitios web que no cumplen criterios accesibles, lo que limita a personas con discapacidad. Es crucial considerar características físicas y cognitivas de los usuarios para evitar obstáculos. Esta problemática surge en gran medida porque los desarrolladores desconocen pautas o enfrentan dificultades en su implementación práctica debido a su complejidad [2]. Aunque existen herramientas para mejorar accesibilidad, no todas cubren todos los elementos necesarios o la perspectiva del desarrollador, faltando detalles paso a paso. Comparado con otras guías, la propuesta GPCA aborda carencias como ejemplos prácticos para encabezados y listas que W3C no provee. Los autores abordan esto creando la guía GPCA, que incluye elementos como HTML, encabezados, enlaces, formularios, imágenes, listas, menús y tablas. Complementada con una herramienta web, buscan impulsar prácticas de desarrollo accesible y mejorar la experiencia para todos los usuarios, incluyendo a personas con alguna discapacidad.

En el siguiente trabajo los autores [3], destacan que los desarrolladores de software subestiman la importancia de la accesibilidad a lo largo del ciclo de desarrollo, así mismo señalan que fase de diseño es la más enfocada en accesibilidad y usabilidad. Dichos autores realizaron una búsqueda sistemática en el desarrollo de software, encontrando mecanismos que promueven la accesibilidad, especialmente en diseño, requisitos, pruebas y construcción. La literatura reciente ha presentado enfoques para impulsar el desarrollo de software accesible y la inclusión digital, se ha explorado cómo integrar accesibilidad en el proceso de desarrollo, considerando que la calidad del producto se relaciona con la del proceso. La revisión intitulada *Accessibility in the Software Development Life Cycle: A Systematic Literature Review* muestra que la accesibilidad se aborda principalmente en diseño y pruebas a lo largo del ciclo de vida del software. Este hallazgo refuerza que la accesibilidad no es solo una característica final, sino que se desarrolla en todo el proceso. El estudio busca proporcionar a diseñadores y desarrolladores una visión actualizada de métodos y herramientas para mejorar los procesos con enfoque en la accesibilidad.

3. Método

Con el fin de realizar esta revisión sistemática de la literatura, se adoptó el enfoque delineado por Kitchenham el cual comprende tres etapas fundamentales: 1. Planificación de la revisión, 2. Ejecución de la revisión y 3. Consolidación de la información. Los artículos obtenidos de la investigación, de los cuales se hace mención en las respuestas de las preguntas de investigación se pueden encontrar en: <https://goo.su/FMepHL>

3.1. Planeación de la revisión

3.2. Necesidad de una revisión sistemática

Se llevó a cabo un estudio exploratorio de revisiones sistemáticas similares utilizando fuentes como IEEE Xplore, ACM Digital Library, ScienceDirect y Springer Link. Se identificaron revisiones desde diversas perspectivas, como: *Accessibility in the Software Development Life Cycle: A Systematic Literature Review* [3] los cuales llevaron a cabo una búsqueda en el ámbito del desarrollo de software, identificando estrategias que fomentan la accesibilidad, en particular en áreas como el diseño, los requisitos, las pruebas y construcción.

El siguiente trabajo Guías prácticas y herramienta para apoyar el desarrollo de sitios web accesibles [2], se centra en ejemplos prácticos para garantizar la accesibilidad como se describen en la sección 2. Esta revisión se diferencia de las anteriores en diferentes aspectos. En primer lugar, esta se centra específicamente en pruebas de accesibilidad en diferentes fases del desarrollo de software, así como en documentar las prácticas de accesibilidad, de igual manera en abordar las preguntas de investigación planteadas, lo que garantiza un enfoque en los temas centrales. A diferencia de las revisiones recopiladas, que podrían abordar diversos aspectos relacionados con la accesibilidad, esta revisión se concentra en proporcionar respuestas concretas a las interrogantes clave. Además, se ha empleado un método de búsqueda y selección para asegurar que los estudios incluidos sean altamente pertinentes y respondan directamente a las cuestiones planteadas.

3.3. Preguntas de investigación

Con el fin de abordar adecuadamente esta revisión sistemática, se han formulado las siguientes interrogantes de investigación.

Tabla 1. Preguntas de investigación

Preguntas de investigación	
1	¿Cuáles son las herramientas que se utilizan para evaluar la accesibilidad en cada fase del desarrollo de software?
2	¿Cómo se hace la evaluación de accesibilidad en cada etapa del desarrollo de software?
3	¿En qué etapa del desarrollo de software se recomienda aplicar pruebas de accesibilidad?

4	¿Cuáles son las técnicas, métodos, procedimientos reportados en la literatura para probar accesibilidad en producto de software?
---	--

3.3.1. Protocolo de búsqueda

De acuerdo con para optimizar el proceso de búsqueda, se empleó el método de estudios relevantes en Ingeniería de software, es posible emplear dos criterios fundamentales, para valorar la calidad y la eficacia de una estrategia de búsqueda. La sensibilidad, en el contexto de un tema específico, se define como la proporción de estudios pertinentes que son recuperados. Por otro lado, la precisión corresponde a la proporción de estudios recuperados que efectivamente resultan ser relevantes en el marco de la búsqueda.

Este enfoque posibilita la mejora de la cadena de búsqueda, optimizando la obtención de estudios pertinentes de manera más eficaz. Se evaluaron 8 cadenas de búsqueda mediante la aplicación del método *quasi-gold standard* [4] de las cuales únicamente una demostró una sensibilidad del 90% y una precisión de 0.0285, destacándose como la cadena más efectiva en esta evaluación.

3.3.2. Palabras Claves

Una vez que se han definido los términos clave a partir de las preguntas de investigación, se procede a derivar los siguientes términos, los cuales son fundamentales para iniciar el proceso de búsqueda, y garantizar que la cadena abarque de manera adecuada los conceptos y aspectos esenciales del tema de estudio.

Tabla 2. Términos de búsqueda

Término	Sinónimo	Inglés
Accesibilidad		Accessibility
Accesibilidad Web		Web Accessibility
Pruebas de Software	Verificación de Software	software Testing
Verificación de Software	Aseguramiento de la calidad de software	Software Verification
Proceso de Pruebas		Test Process

3.3.3. Cadena de Búsqueda

Para la RSL se utilizó la siguiente cadena de búsqueda “(“Accessibility” OR “Web Accessibility”) AND (“software testing” OR “Software Verification ” or “test process”))” en la cual se tomaron los términos de las palabras claves y el método *quasi-gold standard* que se describe en la sección 3.3.1.

3.3.4. Fuentes de información

Las fuentes utilizadas en este estudio provienen de las bases de datos disponibles en la biblioteca virtual de la Universidad Veracruzana, Seleccionadas por su relevancia en el ámbito de la tecnología, entre ellas se destacan: IEEE Xplore, ACM Digital Library, ScienceDirect, Springer Link.

3.3.5. Criterios de Inclusión y Exclusión

Para seleccionar los estudios primarios, se utilizaron criterios de inclusión y exclusión, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3. Criterios de inclusión y exclusión para la selección de artículos

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
CI 1. El artículo debe estar en el idioma inglés.	CE1. No se tiene acceso al documento completo
CI 2. Artículos publicados en el periodo 2014 hasta 2023.	CE2. Estudio duplicado
CI 3. Su título da indicios de responder al menos una pregunta de investigación	CE3. No es un estudio primario
CI 4. Su abstract da indicios de responder al menos una pregunta de investigación	CE4. Es un libro, cartel, presentación o artículo de divulgación.
CI 5. El artículo debe pertenecer a un journal o conferencia.	CE5. El artículo sea del área de ingeniería de software.

3.3.6. Procedimiento selección

El procedimiento para la selección de estudios se lleva a cabo de la siguiente manera: Inicialmente, se aplica una cadena de búsqueda en el idioma respectivo (CI1) en las bibliotecas de búsqueda, limitando los resultados al período de publicación entre 2014 y 2023 (CI2), además, de contar con acceso completo al documento (CE1).

Se analizan los títulos de los estudios encontrados para determinar abordan al menos una de las preguntas de investigación (CI3). También se verifica que no se trate de un estudio duplicado (CE2) ni de un estudio primario (CE3). Posteriormente, se procede a la lectura de los resúmenes (abstracts) de los estudios seleccionados, con el objetivo de confirmar si responden al menos a una de las preguntas de investigación (CI4). Finalmente, se verifica si el artículo pertenece a una revista científica o a una conferencia (CI5), asegurándose de que no sea un libro, un póster de presentación o un título de divulgación (CE4). Además, se comprueba que el artículo esté relacionado con el área de ingeniería de software (CE5).

Tabla 4. Procedimiento de selección de estudios

Resultados	Etapas 1	Etapas 2	Etapas 3	Etapas 4
	CI1, CI2, y CE1	CI3, CE2 Y CE3	CI4	CI5, CE4, Y CE5
Total	3,202	217	31	23

4. Respuestas a las preguntas de investigación

A partir de los resultados obtenidos de la extracción, se obtuvo la siguiente información correspondiente a cada pregunta de investigación:

¿Cuáles son las herramientas que se utilizan para evaluar la accesibilidad en cada fase del desarrollo de software?

Existen diferentes tipos de herramientas para evaluar la accesibilidad, las cuales sirven de apoyo para evaluar que tan accesibles son los sistemas, u aplicaciones.

Las herramientas que se utilizan para verificar accesibilidad al tener el producto terminado se describen en el Apéndice A, estas herramientas utilizan diferentes criterios y métricas para evaluar la accesibilidad de un sitio web y proporcionan retroalimentación y sugerencias para mejorar la accesibilidad del sitio como: TAW: que es una herramienta para analizar sitios web, WAVE: genera un informe detallado de mejora en términos de accesibilidad al introducir la URL del sitio web, Examiner: automatiza la evaluación de la accesibilidad de una página web, se basa en técnicas recomendadas por las pautas de accesibilidad (WCAG 2.0).A1,A13,A16,A19.

¿Cómo se hace la evaluación de accesibilidad en cada etapa del desarrollo de software?

En el trabajo intitulado Guías prácticas y herramienta para apoyar el desarrollo de sitios web accesibles los autores [2], proponen un conjunto de guías practicas accesibles, lo cual permite ofrecer alternativas a los desarrolladores para crear software accesible mediante ejemplos prácticos e interactivos.

La herramienta que ellos desarrollaron lleva por nombre GPCA la cual presenta la guía propuesta. Para la evaluación de su propuesta (Guía) realizaron lo siguiente:

Seleccionaron un grupo de desarrolladores sin conocimiento ni experiencia en accesibilidad para que desarrollaran sitios web, el primer paso fue pedirles que realizaran un sitio tomando como base solo los requerimientos de software sin tener en cuenta principios de accesibilidad, una vez que terminaron de crear el sitio se les mostró la guía de accesibilidad, con el objetivo de crear un segundo sitio, pero ahora aplicando los criterios de la guía como: menús, formularios, tablas, listas, enlaces, encabezados e imágenes. Para la evaluación de GPCA utilizaron la herramienta T.A.W la cual es una herramienta automática on-line para analizar la accesibilidad de sitios web. Creada teniendo como referencia técnica las pautas de accesibilidad al contenido web (WCAG 2.1) del W3C. Después de aplicar la herramienta como resultado obtuvieron solo tres problemas, los cuales contienen una gran cantidad de advertencias. A13, A16, A19.

¿En qué etapa del desarrollo de software se recomienda aplicar pruebas de accesibilidad?

De los 23 estudios aceptados seleccionados, solo 3 artículos proporcionaron respuesta a la pregunta sobre en qué etapa se recomienda aplicar la accesibilidad, a continuación, se describen dichos artículos:

1. "Guías prácticas y herramientas para apoyar el desarrollo de sitios web accesibles" [2], (Etapa de Implementación): Este artículo ofrece guías prácticas y herramientas que

brindan apoyo para desarrollar sitios web accesibles. Se enfoca en proporcionar orientación y recursos específicos para implementar la accesibilidad en esta etapa del proceso de desarrollo.

2. "Proposal for an accessible software development model" [1] (Etapa de Requisitos): Este artículo presenta un modelo de software accesible llamado Shift Left a11y utilizando la metodología Scrum. Shift left a11y es una práctica utilizada para prevenir a tiempo defectos al principio del proceso de software.

3. "An approach to the integration of accessibility requirements into a user interface development method" [5] (Etapa de Diseño): Este artículo aborda la integración de los requisitos de accesibilidad en un método de desarrollo de interfaz de usuario. Proporciona un enfoque para considerar la accesibilidad en la etapa de diseño, destacando la importancia de tener en cuenta las necesidades de usuarios con discapacidades desde el inicio del proceso de diseño de la interfaz.

¿Cuáles son las técnicas, métodos, procedimientos reportados en la literatura para probar accesibilidad en producto de software?

De acuerdo con los datos recopilados, se observa que los desarrolladores emplean algunas de las técnicas para llevar a cabo pruebas de accesibilidad. Además, se tiene la posibilidad de complementar estas herramientas con la URL del sitio, con el propósito de generar un informe que evalúe el nivel de accesibilidad del sitio web, dicha técnica se destaca en artículos A10, A12, A13, A14, A15. Los autores [2] proponen un conjunto de guías prácticas accesibles, lo cual permite ofrecer alternativas a los desarrolladores para crear software accesible mediante ejemplos prácticos e interactivos. Para la evaluación de GPCA utilizaron la herramienta T.A.W la cual es una herramienta automática on-line para analizar la accesibilidad de sitios web. A2, A3, A4, A6. En el proceso de validación de las guías prácticas para código accesible realizaron un estudio de caso. En este estudio, seleccionaron un grupo de desarrolladores que carecían de experiencia o conocimientos en accesibilidad web y se les encomendó la creación de dos sitios web. En una primera etapa, se les pidió a los desarrolladores que crearan un primer sitio (A) siguiendo requisitos específicos, sin considerar aspectos de accesibilidad. Una vez completado el sitio, se proporcionaron las guías prácticas a través de la herramienta GPCA, con el objetivo crear un segundo sitio web (B) siguiendo las directrices. Finalmente, realizaron una evaluación y comparación del nivel de accesibilidad entre ambos sitios web.

4.1.1. Amenazas a la validez

En el trabajo presentado, se han identificado el sesgo ocasionado por la falta de acceso completo a algunos artículos. A lo largo de la investigación, se encontraron artículos de gran relevancia para el trabajo, pero lamentablemente no se pudo acceder a ellos en su totalidad. Para abordar esta situación, se realizó una revisión adicional de más artículos en las bibliotecas mencionadas, buscando así obtener información relevante para el tema de investigación.

5. Discusión

Esta investigación ha revelado en términos generales las evaluaciones de accesibilidad tienden a realizarse únicamente en la fase de pruebas del desarrollo de software, una vez que el producto está completamente finalizado. En ciertas ocasiones, estas pruebas pueden poner al descubierto que el software no cumple con los estándares de accesibilidad necesarios, lo que resulta en la necesidad de realizar ajustes costosos en términos de tiempo y recursos, por lo tanto, se recomienda la aplicación de pruebas de accesibilidad desde las fases tempranas del desarrollo de software. Un ejemplo de enfoque es el modelo "Shift Left a11y" [1] que se utiliza para identificar y corregir posibles problemas de accesibilidad en las etapas iniciales del proceso de desarrollo de software. Para progresar hacia modelos accesibles, es esencial cumplir con los requisitos que abordan: Normativa de Accesibilidad: Las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.1. Historias de Usuario: Las historias de usuarios son concisas descripciones de las necesidades planteadas por un cliente, y deben incluir criterios que permitan su validación [1].

6. Conclusión

Este trabajo de investigación ha resaltado la creciente importancia del enfoque en el desarrollo de software en la actualidad, enfocándose en la accesibilidad desde la concepción hasta la entrega final. La investigación ha identificado y comprendido las herramientas utilizadas para evaluar la accesibilidad en el desarrollo de software, resaltando el papel crucial de las herramientas automatizadas en la detección temprana de problemas de accesibilidad. Además, se han explorado métodos y procedimientos que facilitan la implementación efectiva de la accesibilidad en diferentes etapas del proceso de desarrollo. Un hallazgo relevante es la recomendación de incorporar la accesibilidad desde las etapas iniciales, como la definición de requisitos y el diseño, para establecer una base sólida. Esto no solo evita correcciones costosas en etapas posteriores, sino que también asegura que la accesibilidad sea un componente central desde el inicio.

7. Referencias

[1] Armas, L., Rojas, H., and Renteria, R. (2020). Proposal for an accessible software development model. In 2020 3rd International Conference of Inclusive Technology and Education (CONTIE), pages 104–109. IEEE.

[2] Londoño-Rojas, L.-F., Tabares-Morales, V., Rosecler-Bez, M., & Duque-Méndez, N.-D. (2021). Guías prácticas y herramienta para apoyar el desarrollo de sitios web accesibles. *Revista Científica*, 225–241.

[3] M. Cruz-Portilla, J. C. Pérez-Arriaga, J. Octavio Ocharán-Hernández and Á. J. Sánchez-García, "Accessibility in the Software Development Life Cycle: A Systematic Literature Review," 2021 9th International Conference in Software

Engineering Research and Innovation (CONISOFT), San Diego, CA, USA, 2021, pp. 97-103, doi: 10.1109/CONISOFT52520.2021.00024.

[4] H. Zhang, A. B. Muhammad y Paolo Tell, «Identifying relevant studies in software engineering, » 2011.

[5] Miñón, R., Moreno, L., Martínez, P., and Abascal, J. (2014). An approach to the integration of accessibility requirements into a user interface development method. *Science of Computer Programming*, 86:58–73. Special issue on Software Support for User Interface Description Languages (UIDL 2011).

[6] N. Al Jabor, F. A. (2021). Mada Web Accessibility Monitor Tool. 8th International Conference on ICT & Accessibility (ICTA), 1-5.

[7] Akram, M., Ahmed Ali, G., Sulaimán, A., & ul Hassan, M. (2022). Accessibility evaluation of Arabic University web-sites for compliance with success criteria of WCAG 1.0 and WCAF 2.0. *Acceso Universal en la Sociedad de la Información*.

[8] Acosta-Vargas, P., Luján-Mora, S., & Salvador-Ullauri, L. (2016). Evaluation of the web accessibility of higher-education websites. *International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, 1-6.

[9] Cruzes, D., & Dyba, T. (2011). Recommended Steps for Thematic Synthesis in Software Engineering.

[10] Desarrollado por Grupo de Trabajo de Educación y Divulgación (EOWG). (11 de Julio de 2019). Introducción a la Accesibilidad Web. Obtenido de W3C: <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/es#evaluate>

[11] "IEEE Standard for System, Software, and Hardware Verification and Validation," in *IEEE Std 1012-2016 (Revision of IEEE Std 1012-2012/ Incorporates IEEE Std 1012-2016/Cor1-2017)*, vol., no., pp.1-260, 29 Sept. 2017, doi: 10.1109/IEEESTD.2017.8055462.

[12] Wille, K., Dumke, R. R., and Wille, C. (2016). Measuring the accessibility based on web content accessibility guidelines. In *2016 Joint Conference of the International Workshop on Software Measurement and the International Conference on Software Process and Product Measurement (IWSM-MENSURA)*, pages 164–169. IEEE

[13] Accesibilidad web iniciativaWAI. (19 de Abril de 2023). Descripción general de las WCAG 2. Obtenido de W3C: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>

Diseño de un plan de auditoría sobre accesibilidad web en organismos públicos y su posterior aplicación práctica

Elena Rijo García¹, Inés López Baldominos¹, Vera Pospelova¹

¹Departamento de Ciencias de la Computación. Universidad de Alcalá (España)
elena.rijo@edu.uah.es, ines.lopezb@uah.es, vera.pospelova@uah.es

Abstract. For the master's thesis, a prototype document of a web accessibility and PDF document accessibility audit plan for public bodies is drawn up, which is then put into practice in a specific case study. *The study is carried out using the Simplified Monitoring methodology, based on the European standard UNE-EN 301549:2022.* Two automatic online and open-source tools are used to carry out the analysis and assessment of compliance with the verification criteria established in the WCAG 2.1 guidelines. The objective of this work is to be able to unite in a single document the actions, verifications and documentation necessary to carry out the described phases of a web accessibility audit. In this case, the document focuses on the external part of the website, which can be accessed by any type of user.

Keywords: web accessibility, audit, automatic tools, methodologies, public entity, PDF documents, fieldwork, action plan, standards, WCAG 2.1.

1. Introducción

Actualmente, desde la publicación de las Directivas 2016/2102 [1] y 2019/882 [2], la accesibilidad digital es un requisito obligatorio para todas las entidades públicas, y también para aquellos proyectos financiados total o parcialmente con fondos públicos, en la Unión Europea, así como los documentos o contenido los disponibles mediante tecnologías Web en Internet. Estas organizaciones tienen que seguir el estándar UNE-EN 301-549:2022 [3], que especifica los criterios de las Pautas de Accesibilidad para el Contenido 2.1. (WCAG 2.1.) [4]. Sin embargo, la Unión Europea y España carecen de un plan de auditoría de accesibilidad web oficial con el que se pueda auditar de manera sistemática los órganos públicos. Es por ello, que para este Trabajo de Fin de Máster se desea realizar un prototipo de plan de auditoría sobre accesibilidad web.

Este tipo de auditorías, además de utilizarse como guía en un proceso de evaluación para el cumplimiento de los requisitos legales y estándares definidos para la accesibilidad, garantizan que los sitios web sean inclusivos y la información esté a disposición de todos los usuarios. Además, para su puesta en práctica se selecciona un tipo de metodología de estudio, así como herramienta de evaluación automática, para llevar a cabo la investigación y la comprobación del prototipo de plan de auditoría. Se debe destacar que estas herramientas automáticas de ayuda pueden no incluir la verificación de la totalidad de los criterios establecidos por las WCAG 2.1, por lo que

es imprescindible la revisión manual por parte de un experto en accesibilidad digital. La accesibilidad web y de documentos no es estática, sino un proceso continuo, por ello es de gran importancia realizar evaluaciones periódicas.

2. Estado del Arte

2.1. Legislación

La Decisión de Ejecución (UE) 2018/1524 de la Comisión Europea, de 11 de octubre de 2018 [5], establece una metodología de seguimiento y las disposiciones para la presentación de informes por parte de los Estados miembros de conformidad con la Directiva (UE) 2016/2102 y explica cómo los estados deben realizar el seguimiento de accesibilidad de los portales, cuáles son los métodos de seguimiento simplificado con herramientas automatizadas, con qué métodos se debe hacer el seguimiento para la verificación y cómo se deben presentar los informes.

Finalmente, en 2022, se publica de manera oficial en España la norma “UNE-EN 301549:2022 Requisitos de accesibilidad de productos y servicios TIC”, la cual recoge los criterios A y AA de las WCAG 2.1 tratados en la norma “EN 301 549 V3.2.1 (2021-03) Accessibility requirements for ICT products and services” [6]. Además de pautar los requisitos funcionales de accesibilidad, describe los procedimientos y la metodología de evaluación para cada uno de ellos.

2.2. Metodologías y Herramientas de accesibilidad existentes

El Observatorio de Accesibilidad Web (OAW) [7] establece la Metodología para el Seguimiento Simplificado UNE-EN 301549:2022 [8] y la Metodología en Profundidad para Sitios Web UNE-EN 301549:2019 [9]. Hay que destacar que, para corroborar el correcto cumplimiento de los requisitos de accesibilidad para los sitios web se necesita la unión de ambas metodologías. La Metodología para el Seguimiento Simplificado tiene un enfoque más limitado en la verificación de criterios de accesibilidad seleccionados, por lo que es más rápida. Mientras que, la Metodología en Profundidad es detallada, compleja y exhaustiva para la verificación de los criterios de accesibilidad. Estos documentos no se pueden considerar como un plan de auditoría porque los pasos a seguir para realizar un análisis completo de accesibilidad web. Exclusivamente dan información sobre la corrección de los errores, de ahí la importancia de este trabajo. Asimismo, el Portal de la Administración Electrónica (PAE) publica en 2021 una guía de accesibilidad en documentos PDF [10], donde detalla las características que deben reunir estos para ser accesibles.

Por otro lado, las herramientas de evaluación automática ayudan a disminuir el tiempo que se dedica a la detección de numerosos problemas en los sitios web y, a evaluar de manera más sencilla algunas comprobaciones que de manera manual son complicadas y tediosas. Se debe tener en cuenta que estas herramientas no disponen de un 100% de fiabilidad en el análisis, por lo que con su uso se corre el

riesgo de sufrir falsos positivos o negativos. Además, tras realizar un análisis de estas herramientas se comprueba que, como normal general, la gran mayoría de ellas no verifican la accesibilidad de los documentos alojados en los sitios webs.

2.3. Limitaciones

El proyecto se centra en el cumplimiento de la normativa vigente en España, en concreto la UNE-EN 301549:2022 en materia de accesibilidad web, la cual entró en vigor el 12 de febrero de 2022 siendo únicamente aplicable la versión V3. 2.1 (2021-03). Esta normativa recoge el cumplimiento de los niveles A y AA de las directrices de las WCAG 2.1. Para limitar y especificar el proyecto se hace uso de las pautas indicadas exclusivamente en la metodología para el seguimiento simplificado, y de una herramienta automática como apoyo para el análisis de accesibilidad. Asimismo, este plan de auditoría se centra exclusivamente en la parte pública del sitio web.

3. Plan de Auditoría

Tras realizar un proceso de búsqueda e investigación exhaustivo, no se ha hallado ningún documento que se pueda utilizar como plan de auditoría de accesibilidad web de una AAPP, se desarrollará un prototipo de documento que sirva como guía para llevar a cabo una auditoría sobre accesibilidad web, siendo esta un medio para el proceso de recopilación de datos y mejora continua del sistema. De esta manera, se elabora una secuencia de pasos para las comprobaciones que se deben realizar en la parte externa de un sitio web incluidos los documentos que se alojen en esta.

3.1. Metodología y Herramienta de la solución

Se siguen los criterios pautados en la Metodología de Seguimiento Simplificado. Esta trata las comprobaciones que se deben hacer para cumplir los criterios pautados en las directrices WCAG, explica cómo seleccionar la muestra de un sitio web y de sus páginas, y cómo representar los resultados obtenidos. Las verificaciones que realiza la metodología simplificada son un compendio relevante de los aspectos que se deben cumplir en un sitio web, relacionados directamente con los criterios de las WCAG 2.1 del W3C y con la norma UNE-EN 301549:2022.

Para el análisis de accesibilidad web se selecciona la herramienta “Servicio de Diagnóstico en Línea (SDL)” [11], lanzada por el OAW, para evaluar de manera automática y periódica los portales de las AAPP. Además, se busca comprobar la accesibilidad de algunos documentos PDF alojados en dicha web. Para ello, se selecciona la herramienta “PDF Accessibility Checker (PAC)” [12] que sigue los criterios WCAG.

3.2. Criterios de calificación para los niveles de adecuación

A raíz de las verificaciones que se hacen para cada nivel de adecuación, se estima una puntuación equivalente. Estas son:

Tabla 1. Criterios de evaluación por los niveles de adecuación.

Nivel de adecuación	Verificaciones	Valor numérico
No válido	Se obtiene cuando hay 3 o más verificaciones falladas del nivel A	< 3,5
A	Se obtiene cuando hay: - Hasta 2 verificaciones falladas del nivel A - 2 o más verificaciones falladas del nivel AA	Entre 3,5 y 8
AA	Se obtiene cuando hay: - Hasta 2 verificaciones falladas del nivel A - Hasta 1 verificación fallada del nivel AA	> 8

Estas verificaciones son las indicadas en la metodología para el seguimiento simplificado UNE-EN 301549:2022 de las OAW [8].

3.3. Trabajo de campo

Mediante diferentes actividades como la indagación, el análisis, las comprobaciones y la recopilación de información, se genera una visión detallada de los principales aspectos que se han pedido evaluar. Se presentan una serie de tablas que ayudan a que el análisis y la evaluación de la accesibilidad sea más manejable. A continuación, se hablará de cada una de las tablas que comprende el trabajo de campo:

- En la primera tabla, se completan los datos principales del sitio web que se quiera analizar. El tipo de complejidad que se seleccione dependerá del análisis que se quiera hacer sobre el sitio web y a posteriori, sobre los recursos disponibles para la solución de los problemas que se encuentren. Cuanto mayor sea la complejidad, más información se obtendrá sobre la accesibilidad del sitio web, pero también se deberán invertir más recursos.
- La segunda tabla, se completa para cada página que se vaya a analizar de manera automática a través de la herramienta y se rellena de forma minuciosa. Los campos que componen esta tabla son: número de página, título de la página, URL de la página, nivel de adecuación, verificación y riesgo. De esta manera, se realiza la recopilación de información por página sobre las no conformidades que presentan.
- Para la tercera tabla se repite el mismo procedimiento que el antes mencionado, con la diferencia de que se completa para los documentos PDF. Los campos que componen esta tabla son: nombre del archivo, título, número de páginas, número de etiquetas, idioma, peso, nivel de adecuación, criterios de conformidad WCAG 2.1 y riesgo. De igual manera, se realiza la recopilación de información sobre las no conformidades que presentan.
- La tabla cuarta y quinta tratan de contemplar una visión global para el incumplimiento de los criterios del sitio web y documentos analizados. Asimismo, se visualiza más fácilmente las verificaciones de cada página y documento que generan problemas en el sitio web.

- La última tabla del trabajo de campo trata de una tabla resumen para poder representar los resultados obtenidos en el análisis del sitio web y de sus documentos, después de recopilar toda la información necesaria del estudio.

La siguiente imagen muestra un ejemplo de esta tabla:

Entidad evaluada			
URL			
Muestra de página			
Muestra de documentos			
SITIO WEB			
Nivel de adecuación	Número de páginas	Porcentaje de páginas	Puntuación media
No válido			
A			
AA			
DOCUMENTACIÓN			
Nivel de adecuación	Número de documentos	Porcentaje de páginas	Puntuación media
No válido			<input type="checkbox"/> Apto <input type="checkbox"/> No apto
A			<input type="checkbox"/> Apto <input type="checkbox"/> No apto
AA			<input type="checkbox"/> Apto <input type="checkbox"/> No apto
Puntuación media del sitio web			
Estimación del nivel de adecuación			
Nivel de cumplimiento del sitio web			
Puntuación media de la documentación			<input type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> No conforme

Fig. 1. Tabla resumen de resultados generales del análisis de accesibilidad.

3.4. Plan de acción

Para completar este apartado, se crean las tablas necesarias para cubrir un plan de acción sobre las no conformidades encontradas tras el análisis previo. Se desarrollan dos tablas:

- La primera corresponde a la identificación previa de las no conformidades vistas tras la recopilación de información, para ello se selecciona previamente si se trata de una página del sitio web o de un documento. Posteriormente, se completan los siguientes campos: estado de la no conformidad, número de página o documento, nombre, url en el caso de una página web, categoría, nivel de adecuación, criterio, verificación, descripción, evidencia e impacto.
- La segunda tabla corresponde a un plan de acción detallado para cubrir cada grupo de no conformidades del sitio web y de los documentos. Estas han sido obtenidas tras el análisis y recopilación anterior.

3.5. Informe final

El informe final refleja el trabajo realizado, los procedimientos y comprobaciones llevadas a cabo, y las conclusiones del análisis de la muestra del sitio web y de sus documentos. Previo a este informe final, se deben de presentar varios borradores con el fin de contrastar opiniones entre el auditor y el auditado. La siguiente imagen muestra un ejemplo de esta tabla:

INFORME FINAL					Explicación de la calificación	
Ref. Informe	ID Cliente				("Esta debe incluir las limitaciones destacadas si las tuviere")	
Nombre Cliente					Explicación detallada del análisis del sitio web	
Fecha de inicio auditoría	Fecha de redacción informe	Versión		Situación actual		
Nombre auditor		Cargo		Complejidad del análisis	Calificación	
Información general					No conformidades	
Objetivos					Planes de acción	
Objetivos no cumplidos (Opcional)					Recomendaciones (Opcional)	
Alcance					Explicación detallada del análisis de la muestra de documentos	
Normativas aplicadas					Situación actual	
Herramientas utilizadas					Muestra seleccionada	Calificación
Metodologías aplicadas					No conformidades	
Calificación del sitio web					Planes de acción	
<input type="checkbox"/> Favorable <input type="checkbox"/> Con Salvedades <input type="checkbox"/> Desfavorable <input type="checkbox"/> Denegada					Recomendaciones (Opcional)	
Explicación de la calificación					Observaciones adicionales	
("Esta debe incluir las limitaciones destacadas si las tuviere")					Firma del auditor	
Calificación de los documentos					Firma del auditado	
<input type="checkbox"/> Favorable <input type="checkbox"/> Con Salvedades <input type="checkbox"/> Desfavorable <input type="checkbox"/> Denegada						

Fig. 2. Informe final.

4. Puesta en Práctica

Realizar una auditoría, en concreto de accesibilidad web y documentos PDF, conlleva un detallado proceso. Para ajustarse a los objetivos y limitaciones del trabajo para poder realizar un estudio completo, se selecciona una muestra pequeña y de complejidad baja para explicar el funcionamiento de este documento de plan de auditoría. De esta manera, se obtiene un ejemplo de lo que se podría hacer y lograr utilizando. El trabajo se va a centrar exclusivamente en verificar el cumplimiento de algunos criterios WCAG 2.1 para un caso concreto de estudio, en este contexto se ha seleccionado el Ayuntamiento de Alcalá de Henares [13] y una muestra de los documentos alojados. Este análisis se ha realizado con las herramientas SDL y PAC, ambas automáticas, y se ha complementado con una revisión manual de los criterios WCAG 2.1.

4.1. Resumen de resultados

Se realiza una auditoría de accesibilidad web sobre una muestra aleatoria de 17 páginas del sitio web de la entidad y de 5 PDF seleccionados de manera aleatoria. La información detallada sobre las páginas y documentos analizados se encuentra la memoria completa del trabajo de fin de máster “Diseño de un plan de auditoría sobre accesibilidad web en organismos públicos y su posterior aplicación práctica” [14].

En cuanto al análisis del sitio web, se califica como no conforme con una puntuación media de 5,28, ya que tras su análisis y siguiendo los criterios de calificación pautados, esa muestra de páginas no cumple los requisitos mínimos para clasificarla dentro de algún nivel de adecuación. Sin embargo, esa sería la puntuación media total, pero realizando la puntuación media por criterios de evaluación que se han cumplido o no, se valora con un 5,55 el cumplimiento de los criterios

correspondientes al nivel A y con un 5,00 los correspondientes al nivel AA. Siguiendo la misma dinámica, la muestra de documentos seleccionados recibe una puntuación media de no conforme o no apto. La mayoría de los documentos no contienen las etiquetas para la navegación o se trata de documentos escaneados.

Finalmente, en este plan de auditoría se redacta un informe de no conformidades y un plan de acción para los conjuntos de no conformidades. Por tanto, se sugiere la puesta en marcha de una serie de actuaciones siguiendo los planes de acción desarrollados para mejorar la utilización de estos recursos por parte de cualquier usuario. Además, se recomienda realizar una nueva auditoría de accesibilidad dentro de un periodo de 1 año para comprobar la subsanación de estas no conformidades detectadas.

5. Conclusiones y Líneas futuras

Este trabajo de fin de máster trata de realizar un prototipo de documento para un plan de auditoría especializado en accesibilidad web y de PDF, que sea aplicable a los diferentes organismos públicos y sirva como medio para la recopilación de información sobre la entidad y sobre su mejora continua. De esta manera, se consigue verificar y documentar el análisis y la evaluación del sitio web de cualquier entidad pública, así como, la documentación que se encuentre publicada en ella, ya que no se ha encontrado un documento oficial de plan de auditoría vigente en España del que puedan hacer uso para análisis de accesibilidad. Para este proyecto se selecciona la parte de acceso público, ya que no se tiene acceso a la intranet de la entidad.

En relación con la legislación, se aplica la norma UNE-EN 301549:2022, la cual recoge los criterios y requisitos evaluables de accesibilidad sobre los productos y servicios TIC. De esta forma, son de estudio algunas de las pautas A y AA de las directrices WCAG 2.1, recogidas en la metodología para el Seguimiento Simplificado lanzado por el OAW. Esta metodología especifica cómo y qué comprobaciones realizar de manera automática. Para realizar el análisis es necesario la combinación de herramientas automáticas para web y PDF con un estudio manual realizado por expertos en materia de accesibilidad ya que proporcionan tanto falsos positivos como falsos negativos en los resultados. Un ejemplo de falso negativo es la verificación del texto alternativo con las herramientas automáticas, ya que estas te comprueban que existe el texto alternativo pero no que sea el adecuado. La herramienta SDL solo revisa contenido web, por lo que es necesario complementar dicho análisis de PDF con herramientas automáticas o verificaciones manuales. Además, esta herramienta genera documentos PDF con los resultados del análisis que no son accesibles, por lo que no todo el mundo puede hacer uso de los resultados y se debe aplicar otra herramienta para analizar dichos documentos.

Como conclusión de los resultados de la auditoría de accesibilidad realizada al Ayuntamiento de Alcalá de Henares se observa que, tras realizar el análisis con el nivel de complejidad bajo y la muestra de 5 documentos PDF, dicha entidad no cumple los criterios mínimos para clasificarla dentro de alguno de los niveles de adecuación existentes. La auditoría ha sido efectiva para descubrir no conformidades con respecto al estándar de accesibilidad.

Los trabajos futuros incluyen la ampliación de este plan de auditoría para que sea aplicable a los sitios web completos (incluyendo la intranet) así como a la metodología en profundidad del Observatorio de Accesibilidad Web o a la nueva versión WCAG 2.2 (actualmente en borrador). También, toda esta información, se podría informatizar para calcular automáticamente los diferentes valores y métricas para su comprobación, estimación o presentación.

6. Referencias

- [1] «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».
- [2] «Directiva (UE) 2019/ del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de abril de 2019, sobre los requisitos de accesibilidad de los productos y servicios».
- [3] «UNE-EN 301549:2022 Requisitos de accesibilidad para productos ...» Accedido: 7 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0068037>
- [4] W. W. A. Initiative (WAI), «WCAG 2.1 de un vistazo», Web Accessibility Initiative (WAI). Accedido: 1 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/glance/es>
- [5] «DECISIÓN DE EJECUCIÓN (UE) 2018/ 1524 DE LA COMISIÓN - de 11 de octubre de 2018 - por la que se establecen una metodología de seguimiento y las disposiciones para la presentación de informes por parte de los Estados miembros de conformidad con la Directiva (UE) 2016/ 2102 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la accesibilidad de los sitios web y aplicaciones para dispositivos móviles de los organismos del sector público - [notificada con el número C(2018) 6560]».
- [6] «en_301549v030201p.pdf». Accedido: 1 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/301500_301599/301549/03.02.01_60/en_301549v030201p.pdf
- [7] «OAW». Centro de Transferencia de Tecnología - Forja CTT, 29 de junio de 2023. Accedido: 18 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://github.com/ctt-gob-es/oaw>
- [8] Secretaría General de Administración Digital (SGAD), «Metodología para el seguimiento simplificado UNE-EN 301549:2022», oct. 2022.
- [9] «Metodología para el seguimiento en profundidad para sitios web UNE-EN 301549:2019».
- [10] Observatorio de Accesibilidad, «Guía de Accesibilidad en Documentos PDF». mayo de 2021.
- [11] Observatorio de Accesibilidad, «Revisiones de accesibilidad a partir del servicio de diagnóstico en línea».
- [12] «PDF Accessibility Checker (PAC) 2021 - PDF/UA Foundation», <https://pdfua.foundation/>. Accedido: 16 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://pdfua.foundation/en/pdf-accessibility-checker-pac/>
- [13] «Ayuntamiento de Alcalá de Henares», Ayuntamiento de Alcalá de Henares. Accedido: 3 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.ayto-alcaladehenares.es/>
- [14] E. Rijo García, «Diseño de un plan de auditoría sobre accesibilidad web en organismos públicos y su posterior aplicación práctica», sep. 2023, Accedido: 6 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/58020>

Sistemas de Apoyo para Corredores con Discapacidad Visual: Aproximación Inicial a la Literatura

Luis Pablo Reyes Fernández¹, Gerardo Contreras Vega¹, Juan Carlos Pérez Arriaga¹, Ricardo Mendoza González²

¹Universidad Veracruzana (México)

zS22000728@estudiantes.uv.mx; gcontreras@uv.mx; juaperez@uv.mx

²Tecnológico Nacional de México Campus Aguascalientes (México)

mendozagric@aguascalientes.tecnm.mx

Resumen. La Organización Mundial de la Salud informa que alrededor de 2.200 millones de personas en todo el mundo padecen discapacidad visual. No obstante, la participación de corredores con discapacidad visual en maratones se ve dificultada por una serie de factores, como obstáculos en el camino, la orientación durante la carrera, la velocidad y la falta de guías especializados. El objetivo principal de esta investigación es identificar, analizar y documentar soluciones académicas y comerciales que puedan brindar apoyo a los corredores con discapacidad visual. Esta revisión comprende un total de 23 fuentes, de las cuales 14 son de literatura gris y 9 de literatura blanca. Estas fuentes proporcionan información sobre 20 soluciones tecnológicas, que abarcan dispositivos portátiles, cámaras, retroalimentación táctil y auditiva, así como sistemas de localización. Estas soluciones se clasifican en dos categorías: inteligentes y asistidas, y se describen en detalle sus características técnicas y funcionamiento. Además, se abordan aspectos del diseño experimental de la evaluación, como el método utilizado, ya sea con usuarios o expertos, las métricas y el entorno en el que se llevó a cabo. Se proporciona información sobre la estrategia de búsqueda y las fuentes de información utilizadas. Se identifica que, a pesar de la existencia de soluciones tecnológicas, aún queda margen para mejorar y adaptar estas soluciones. Se analizan las limitaciones de la revisión y se llega a la conclusión de que este estudio podría marcar el comienzo de futuras revisiones en este ámbito, con el objetivo de fomentar la seguridad y el bienestar de las personas con discapacidad visual que practican la carrera.

Palabras clave: blind people, impaired people, wearable device, haptic, sensors, alarm system, marathon, jogging, sport.

1. Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud [1], aproximadamente 2.200 millones de personas en todo el mundo experimentan deterioro visual, ya sea de cerca o de lejos. En este contexto, se aborda la cuestión de los corredores con discapacidad visual (DV),

quienes necesitan comprender su entorno, los obstáculos en el camino, la orientación y la velocidad para participar en carreras de maratón[2][3]. Es un requisito estándar que los corredores DV cuenten con la asistencia de uno o dos guías[3] y en algunos casos, el uso de un antifaz, debido a las categorías de discapacidad visual [4][5]. Sin embargo, encontrar guías especializados en maratones es complicado debido a la necesidad de que el guía pueda brindar señales verbales, apoyo de navegación, mantener el ritmo y la cadencia del atleta[3].

El objetivo principal de la investigación es identificar, analizar y documentar soluciones existentes en los ámbitos académico y comercial para elaborar una solución que apoye a los corredores con discapacidad visual en maratones. La accesibilidad en los maratones es esencial, ya que garantiza la inclusión de personas con discapacidad visual, promoviendo sus derechos y bienestar, y creando conciencia pública sobre sus necesidades y capacidades, facilitando su participación en competencias de alto rendimiento y su integración en la sociedad[2].

Esta revisión proporciona una visión general de las soluciones disponibles en los campos académico y comercial, que pueden servir como punto de partida para futuras investigaciones, dado que hay pocos trabajos relacionados con el tema y los existentes aún tienen limitaciones y complicaciones[2].

2. Trabajos relacionados

En el estudio de [2] se entrevista a un grupo de corredores con discapacidad visual y se documentan sus experiencias con los sistemas de apoyo actuales, además de describir cómo podría ser un diseño efectivo para mejorar la inclusión al desarrollar tecnologías de apoyo para corredores. La revisión de literatura de [6] analiza investigaciones previas sobre el diseño de sistemas para corredores DV que participan en maratones y otras carreras, centrándose especialmente en la retroalimentación háptica.

3. Método

El proceso de revisión de la literatura que se implementó en este trabajo se basa en el propuesto por [7]. En este sentido se realizaron las etapas de la Figura 1.

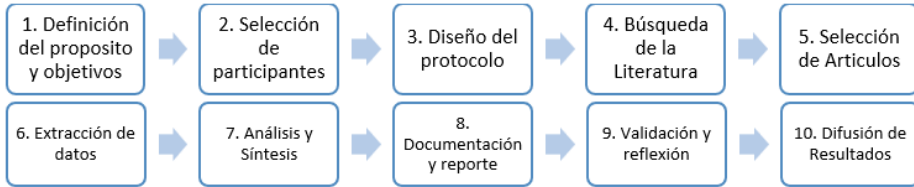


Figura 1. Etapas del proceso de la Revisión Multivocal de la Literatura basada en [7]

3.1. Preguntas de investigación

Las siguientes preguntas de investigación se centran en el estudio de las soluciones académicas y comerciales que brindan apoyo a corredores DV en maratones.

1. ¿Cuáles son las herramientas de hardware y software utilizadas en soluciones académicas y comerciales destinadas a brindar apoyo a corredores con discapacidad visual en maratones?
2. ¿Cómo funcionan las soluciones académicas y comerciales destinadas a brindar apoyo a corredores con discapacidad visual en maratones?
3. ¿Las soluciones académicas y comerciales destinadas a brindar apoyo a corredores con discapacidad visual en maratones cuentan con una evaluación de usabilidad y si es así cuál es el diseño experimental y los resultados obtenidos?

3.2. Protocolo de búsqueda

Con el objetivo de mejorar el proceso de búsqueda, se empleó el método de estudios relevantes en Ingeniería de Software[8]. Este método evalúa la sensibilidad y precisión de las ecuaciones de búsqueda para obtener el *quasi-gold standard* "QGS" junto con otras fuentes relevantes. El proceso completo de búsqueda de literatura blanca se encuentra disponible en el siguiente enlace "<https://acortar.link/cNOyxT>", con la abreviación "SPWL" para hacer referencia a tablas y figuras. Además, el proceso de búsqueda de literatura gris se encuentra en "<https://acortar.link/jWApXX>", con la abreviación "SPGL" para el mismo propósito.

3.2.1. Palabras clave

Las palabras clave de la Tabla 1 se extrajeron de las palabras clave de las fuentes del QGS y de fuentes relevantes.

Tabla 1. Palabras clave

Términos clave	Términos relacionados
blind people	impaired people
wearable device	haptic, sensors, alarm system
marathon	Jogging, sport

3.2.2. Cadena de búsqueda

Se llevaron a cabo pruebas con diversas ecuaciones de búsqueda, y se buscaba encontrar una que obtuviera la mejor sensibilidad y precisión. Finalmente, se determinó que la ecuación: "(blind people' OR 'impaired people') AND ('sensors' OR 'haptic' OR 'wearable device' OR 'alarm system') AND ('marathon' OR 'jogging' OR 'sport')" proporcionaba la mejor sensibilidad con un 100%, lo cual se considera aceptable según [8]. Sin embargo, la precisión fue baja, alrededor del 0.35%, debido a la falta de trabajos similares en el tema, lo que resultó en un gran número de fuentes irrelevantes.

3.2.3. Fuentes de información

IEEEExplore, MDPI y Science Direct.

3.2.4. Criterios de inclusión y exclusión

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión
CI1: Debe haber sido publicado en el periodo del 2012 al 2022
CI2: Debe estar escrito en ingles
CI3: Debe pertenecer al área de ciencias de la computación e ingeniería
CI4: Lectura del título
CI5: Lectura del abstract
CI6: Debe estar enfocado en sistemas de apoyo para permitir a los corredores con discapacidad visual correr en maratón o pista
Criterios de exclusión
CE1: Documentos a los que no se tenga acceso completo
CE2: Documentos repetidos
CE3: Tesis de grado menor a doctorado

3.2.5. Procedimiento de selección de literatura blanca

El procedimiento de selección de literatura blanca de la Tabla 3 consta de 2 fases, se debe ingresar la ecuación en la base de datos y después se aplican los criterios de inclusión “CI#” y los criterios de exclusión “CE#”.

Tabla 3. Procedimiento de selección de literatura blanca

Fase 1	Fase 2
CI1, CI2, CE1, CI3, CE3	CI4, CE2, CI5, CI6

En la Tabla 4 se muestra el total de fuentes recuperadas de la búsqueda automatizada en las bases de datos mediante la ecuación de búsqueda, también se muestran cuáles de esas fuentes pertenecen al *quasi-gold standard* y el número de fuentes relevantes después de aplicar el procedimiento de selección que se menciona anteriormente.

Tabla 4. Búsqueda automatizada

Base de datos	Recuperados	QGS	Relevantes
IEEEExplore	9	4	7

MDPI	138	1	1
Science Direct	1578	1	1
Totales	1725	6	9

3.2.6. Procedimiento de selección de literatura gris

En una búsqueda en Google con la ecuación de búsqueda, se obtuvieron inicialmente 130 resultados. Sin embargo, se observó una sobrecarga de información después de la sección 8, que arrojó un total de 80 resultados. Esto se debió al agotamiento de evidencia [7]. Luego, se aplicaron criterios de calidad adaptados de [7] para evaluar la literatura gris que se pueden encontrar en SPGL-Tabla 3.

Como resultado de este proceso de selección, se identificaron y se incluyeron un total de 14 fuentes de información que cumplían con los criterios establecidos.

4. Respuestas a las preguntas de investigación

Se puede encontrar el formato de extracción de datos para esta investigación en el siguiente enlace "<https://acortar.link/M779My>" que consta de cuatro hojas de datos: "WL" para la literatura académica, "GL" para la literatura comercial, "S" para resumir las soluciones identificadas, y "G" para las gráficas relacionadas con las preguntas de investigación, esas abreviaciones se utilizan para citar las referencias mencionadas en las preguntas de investigación ya que en el formato las fuentes tienen un código para evitar colocar todas las referencias de la investigación en este artículo.

RQ1-¿Cuáles son las herramientas de hardware y software de las propuestas de solución?

Las soluciones para asistir a corredores DV involucran una variedad de herramientas de hardware, como unidades de procesamiento compactas como Arduino (WL-1,WL-9) y Raspberry (WL-3, WL-4,WL-8). También se emplean cámaras para el procesamiento de imágenes WL-3, especialmente en soluciones de la academia enfocadas en detectar líneas de carril (WL-2, WL-4) y del comercio como (GL-8, GL-14).

La retroalimentación háptica aplicada en la academia (WL-1,WL-2,WL-3,WL-4,WL-5,WL-8,WL-9,WG-8.4,WG-8.5) y en el comercio como (GL-1,GL-2,GL-3,GL-5,GL-6,GL-7,GL-8.3,GL-9,GL-9.1,GL-9.2,GL-11) desempeñan un papel crucial, utilizando motores de vibración debido a que permiten orientar a los corredores sin bloquear otros sentidos como el oído, lo que aumenta la probabilidad de una reacción efectiva.

En cuanto a la retroalimentación auditiva (WL-4,WL-6,WL-7,GL-4,GL-8,GL-8.2,GL-10,GL-12.1,GL12.2,GL14) se usan auriculares, en particular los de conducción ósea (WL-7,GL-8), que permiten al usuario mantener la conciencia del entorno mientras recibe indicaciones sonoras.

Además, se han desarrollado sistemas de localización avanzados en ambientes controlados, como el sistema de antenas y transpondedores/etiquetas WG-8.4, y GL-5

que utiliza un magnetómetro y sensores de brújula para proporcionar retroalimentación háptica sobre la posición y dirección del usuario. También se exploran propuestas que emplean drones para orientar al usuario mediante el sonido que genera el dron (WG-8.7, WG-8.8).

En términos de alimentación de energía, se consideran opciones como baterías de 950 mAh WL-2, PowerBank compatible con salida USB de DC 5V/20000 mAh WL-4 y baterías Lipo WL-7.

Como software se utilizan Algoritmos (WL-1, WL-6, WL-8), Reconocimiento de imágenes GL-14, Aprendizaje automático GL-14, GPS (GL-11, GL-8, GL-12), ROS (WL-3, WL-9), Raspbian WL-4, Debian WL-2, OpenCV (WL-4, WL-8, WL-9), Aplicaciones móviles (WL-6, GL-12), Python WL-8, Numpy WL-8, Android WL-9, OpenStreetMap GL-5, Aira GL-8 y Api Rest WL-7.

RQ2-¿Cómo funcionan las propuestas de solución?

De las 20 soluciones 17 funcionan de forma inteligente, 1 asistida y 2 con ambos tipos G1. Dentro de las soluciones de funcionamiento inteligente, se emplean diversos métodos que incluyen la sincronización entre el guía y el corredor WL-1, el procesamiento de imágenes WL-3, WL-2, WL-4, campos magnéticos WL-5, RFID WL-6, GPS (WL-7, GL-1, GL-2, GL-3, GL-4, GL-5, GL-6, GL-8.2, GL-8.3, GL-9, GL-9.1, GL-11, GL-12.2, GL-13), señales de frecuencia del polo norte y sur GL5, modelos de aprendizaje automático (GL8, GL14), así como marcadores/etiquetas para localizar al corredor WG-8.4, y una solución asistida que utiliza streaming/guiado remoto GL-8.1. En cuanto a la conectividad, 13 de estas soluciones operan sin requerir acceso a internet, mientras que 7 dependen de esta conexión G2. También se evaluó si las soluciones necesitan un smartphone para su control, con 12 de ellas que no lo requieren y 8 que si dependen G3. En términos de aspectos ergonómicos, 12 soluciones hacen referencia a ellos, mientras que 8 no G4. En lo que respecta al tipo de retroalimentación, se encontró que 9 soluciones utilizan retroalimentación háptica, 9 auditiva y solo 2 emplean ambos tipos de retroalimentación G5.

RQ3-¿La solución cuenta con una evaluación de usabilidad y si es así cuál es el diseño experimental y los resultados obtenidos?

De las 20 soluciones analizadas, 16 se sometieron a evaluaciones, mientras que en 4 no se mencionó algún tipo de evaluación G6.

Los métodos de evaluación de las 16 soluciones fueron los siguientes, 13 por usuarios, y solo 1 de ellas fue sometida a evaluación tanto por expertos como por usuarios. Además, en 2 de estas soluciones se evaluó el algoritmo propuesto G7.

En cuanto al diseño experimental de las evaluaciones de las soluciones 10 fueron evaluadas en una pista, 5 en maratón, 1 en pista y maratón, 1 en el exterior y en 4 no menciona G8.

Las variables más destacadas que se evaluaron en estas soluciones incluyeron ritmo=262.7 WL-1, velocidad > 10km/h WL-2, velocidad=4.3km/h WL-3, velocidad = 2.63m/s WL5, velocidad 12km/h WL-7, distancia=16km GL3, distancia=5km GL7,

distancia=5km GL-8, distancia=100millas GL-8.2, distancia=25km GL-11, distancia=10km GL-14.

4.1. Amenazas a la validez

Se identifican varias amenazas a la validez en esta revisión. En primer lugar, la selección de fuentes se limitó al acceso a través de la universidad, lo que podría haber omitido trabajos de pago y sesgar la investigación. Además, la limitación a fuentes en inglés excluye investigaciones relevantes en otros idiomas.

La revisión careció de la colaboración de varios revisores y no completó procesos esenciales de una MLR, como el snowballing y la trazabilidad de la información. Para abordar estas limitaciones, se propuso que la revisión sea considerada como una "Aproximación Inicial a la Literatura" en lugar de una MLR.

5. Discusión

La revisión analiza soluciones tecnológicas para corredores con discapacidad visual (DV) que funcionan sin conexión a internet ni control por smartphone. Estas soluciones se enfocan en la ergonomía, utilizan retroalimentación háptica y auditiva, y en su mayoría, emplean Raspberry como unidad de procesamiento, audífonos de conducción ósea para retroalimentación auditiva y motores de vibración para retroalimentación háptica. La fuente de alimentación suele ser baterías de celular o powerbank.

Las pruebas se realizaron principalmente con usuarios en pistas de atletismo y algunas en carreras de maratón y entornos al aire libre, evaluando ritmo, velocidad y distancia. Aunque se identificaron soluciones académicas, la mayoría no está disponible en el mercado, y las soluciones comerciales aún no cumplen completamente las expectativas de los usuarios.

El desarrollo de tecnologías para corredores DV aún no ha alcanzado su máximo potencial y requiere una mayor adaptación y mejora para ser realmente útiles. Además, es esencial abordar este tema con precaución, ya que soluciones mal diseñadas podrían poner en peligro la seguridad de los usuarios debido a la velocidad y obstáculos en las carreras.

La revisión puede servir como base para futuras investigaciones y destaca la importancia de promover la accesibilidad e inclusión en las carreras para personas con discapacidad visual, tanto en el ámbito académico como comercial, con el objetivo de garantizar la seguridad y el bienestar de los corredores DV.

6. Conclusión

La revisión ofrece una visión detallada de las soluciones existentes en el ámbito académico y comercial para apoyar a los corredores con discapacidad visual en maratones. Destaca la importancia de la accesibilidad, la inclusión y el bienestar de estos corredores.

Se identificaron diversas herramientas de hardware y software, como unidades de procesamiento compactas, retroalimentación háptica y auditiva, sistemas de localización avanzados y opciones de alimentación de energía. Estas soluciones utilizan métodos inteligentes, como sincronización, procesamiento de imágenes, campos magnéticos, GPS y modelos de aprendizaje automático.

La usabilidad fue evaluada principalmente por usuarios en pistas de atletismo y algunas en maratones, centrándose en variables relacionadas con el rendimiento y la distancia. Sin embargo, muchas soluciones académicas aún no están disponibles en el mercado, y las soluciones comerciales tienen margen de mejora.

Se resalta la necesidad de seguir desarrollando y mejorando las tecnologías de apoyo para corredores con discapacidad visual, priorizando la seguridad y la inclusión. La revisión también sirve como punto de partida para futuras investigaciones, enfatizando la importancia de la colaboración entre el ámbito académico y comercial con el objetivo de garantizar la seguridad y el bienestar de estos corredores. Como trabajo futuro, se plantea la implementación del proceso completo propuesto por [3] minimizando las limitaciones de esta primera aproximación.

7. Referencias

- [1] “Ceguera y discapacidad visual”. World Health Organization (WHO). Accedido el 11 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://acortar.link/pc31B>
- [2] S. Saulynas, M. L. Vader, A. Bendigeri, T. King, A. Nagraj, and R. Kuber, “How and Why We Run: Investigating the Experiences of Blind and Visually-Impaired Runners,” in Proceedings of the 19th International Web for All Conference, W4A 2022, Association for Computing Machinery, Inc, Apr. 2022. doi: 10.1145/3493612.3520445.
- [3] Guide and support runners | boston athletic association. (s.f.). Home | Boston Athletic Association. <https://acortar.link/RJhzg5>
- [4] XI maratón de la ciudad de México telcel 2023. (2022, 6 de octubre). Maratón de la Ciudad de México. <https://acortar.link/JXS5JT>
- [5] World para athletics classification & categories. (s.f.). International Paralympic Committee. <https://acortar.link/TNajq2>
- [6] T. Hirano, J. Kanebako, M. Y. Saraiji, R. L. Peiris, and K. Minamizawa, “Synchronized Running: Running Support System for Guide Runners by Haptic Sharing in Blind Marathon,” in 2019 IEEE World Haptics Conference (WHC), IEEE, Jul. 2019, pp. 25–30. doi: 10.1109/WHC.2019.8816134.
- [7] V. Garousi, M. Felderer, and M. V. Mäntylä, “Guidelines for including grey literature and conducting multivocal literature reviews in software engineering,” *Inf Softw Technol*, vol. 106, pp. 101–121, 2019, doi: <https://acortar.link/xrckZg>
- [8] H. Zhang, M. A. Babar, and P. Tell, “Identifying relevant studies in software engineering,” *Inf Softw Technol*, vol. 53, no. 6, pp. 625–637, 2011, doi: <https://acortar.link/PT35qM>

El futuro de la accesibilidad digital de los consistorios. Madurez y aprovechamiento

Francisco Vicente Poza

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología. Universidad Internacional de la Rioja (España)
francisco.vicente@unir.net

Resumen. En el presente artículo se ha tratado de hacer un análisis de la viabilidad de implantar la gestión por procesos en pequeñas y medianas administraciones, que además son las más cercanas al ciudadano, proponiendo un hipotético proceso de implantación de una plataforma de gestión de procesos *ITSM*, en ayuntamientos de tamaño mediano en España, pero extrapolable a entidades de mayor entidad en países con suficiente desarrollo tecnológico y digital. Para ello necesitamos recurrir a la digitalización que permite un mayor automatismo de los procesos, de forma que se agilizan y ayudan a disminuir la tasa de errores, Los principales problemas son dudas de tipo técnico y económico acerca de la viabilidad de emprender un desafío de este tipo, a las que se puede encontrar una primera respuesta mediante una gestión del proyecto de implantación adecuado, pensando en la utilización de la información generada en el futuro.

Palabras clave: *Accesibilidad, ITIL, ITSM, Ayuntamiento, BPM, IT Service Management*

1. Introducción

La eficiencia de la administración pública es un tema de actualidad muy recurrente y que permanece en el tiempo. A menudo por la percepción de la lentitud de las respuestas a los problemas cotidianos de diversa índole. En el caso concreto de los ayuntamientos de poblaciones pequeñas y medianas el problema nos parece de difícil solución ante la limitación de sus presupuestos, la edad, el nivel formativo de sus empleados, ediles y vecinos.

Pero es evidente que el uso de la tecnología se está generalizando en todos los sectores de la población, independientemente de su ubicación en el medio rural o urbano, y ya no resulta descabellado pensar en recurrir a los avances del presente para optimizar el funcionamiento de un ayuntamiento, por modesto que sea, estimulando la participación ciudadana en la gestión gracias al desarrollo de las comunicaciones.

El presente trabajo propone, como objetivo general, plantear la implantación de alguna suite de *ITSM* disponible en el mercado que proporcione un sistema global con procesos únicos y adaptados al *framework de ITIL (Information Technology Infrastructure Library)*, recopilación de *buenas prácticas* elaborado inicialmente por el Gobierno del Reino Unido a finales de la década de 1980 y ahora propiedad de AXELOS.

Mediante la centralización de la información relevante en una única herramienta accesible a todos los usuarios se evitarán pérdidas de información, cuellos de botella, falta de trazabilidad, etc.

En el mercado contamos con plataformas *CLOUD* no requiere de una infraestructura propia para albergarla con los costes de mantenimiento, seguridad, integridad o confidencialidad, que además reduce los riesgos de una infraestructura propia (*on premise*). Su implantación se llevaría a cabo a través de una metodología de gestión de proyectos híbrida que combine metodologías ágiles (Scrum) con algunas de las prácticas recomendadas por la guía *PMPBoK del Project Management Institute* [1], mediante la que se facilite el éxito de un proyecto de tal complejidad alineando a los interesados, así como los requisitos con los objetivos de la organización.

Servirse de una plataforma de este tipo supondría a un aumento de la productividad al eliminarse la búsqueda de la información en diferentes ubicaciones como e-mails, aplicaciones ofimáticas, papel, etc. Mediante una gestión de tareas de tareas eficiente. de estos.

La información histórica disponible hará posible una potencial mejora continua a través de su análisis, o incluso ser el germen de la implantación de algoritmos de Inteligencia Artificial que abarate los costes de explotación.

2. Metodología de observación de la situación actual

Se ha realizado un pequeño muestreo consultando el nivel de accesibilidad que brindan algunos ayuntamientos a sus ciudadanos en el entorno de la ciudad de Alcalá de Henares (Madrid), teniendo en cuenta los canales de comunicación existentes. En el caso de los más avanzados permiten comunicarse mediante cualquier tipo de dispositivo digital, mientras que en otros es imprescindible contar con un ordenador además de una conexión a Internet.

Tabla 1 Muestreo de madurez de accesibilidad digital en la comarca de la Alcarria de Alcalá.

<i>Localidad</i>	Habitantes (INE 2018)	Accesible disp. móvil
Alcalá de henares	193.751	X
Torrejón de Ardoz	129.729	X
Rivas-Vaciamadrid	85.893	X
Arganda del Rey	54.554	X
Paracuellos de Jarama	26.450	X
Mejorada del campo	23.241	
Algete	20.767	X
Meco	13.959	
Villalbilla	13.421	X
Velilla de San Antonio	12.193	X

Daganzo de Arriba	10.650	
Loeches	8.673	X
Torres de la Alameda	7.760	X
Cobeña	7.551	X
Camarma de Esteruelas	7.226	X
Fuente el Saz de Jarama	7.034	
Nuevo Baztán	6.154	X
Campo Real	6.075	
Valdetorres de Jarama	4.830	X
Ajalvir	4.751	
Valdeolmos-Alalpardo	4.396	X
Valdilecha	2.840	
Perales de Tajuña	2.831	
Tielmes	2.604	X
Santos de la humosa	2.542	
Fresno de Torote	2.444	X
Villar del Olmo	1.967	
Carabaña	1.905	X
Valdeavero	1.510	
Anchuelo	1.272	
Orusco de Tajuña	1.202	
Pozuelo del rey	1.120	
Ribatejada	871	
Santorcaz	850	
Pezuela de las Torres	821	
Corpa	697	
Ambite	601	
Valverde	432	
Olmeda de las fuentes	346	

3. Análisis de resultados

Hasta hace un lustro la accesibilidad digital del ciudadano a los servicios prestados por los ayuntamientos solo era posible mediante webs, redes sociales o correo electrónico.

Desde la pandemia del COVID-19 en 2020, ha habido un auge en la implantación de la digitalización en el ámbito público y privado. En el caso de los ayuntamientos analizados entre 2019 y 2024 se han implantado por primera vez servicios de accesibilidad digital mediante dispositivos móviles [2].

Menos del 1% de los municipios con menos de 2000 habitantes cuentan con una sistematización de su gestión de incidencias digitalizado.

En el caso de localidades medianas de entre 2000 y 10000 habitantes se alcanza un 60% de municipios en proceso de digitalización en este sentido.

En entidades locales más grandes que las anteriores el 80% de los ayuntamientos cuenta con una aplicación con acceso desde dispositivos móviles para sus vecinos, y a partir de 100.000 habitantes se almacenan las estadísticas generadas.

Es decir que los núcleos de población más grande tienen recursos y mayor demanda de este tipo de servicios, lo que supone que el 87'3% de la población de esta zona tiene cubierta su accesibilidad digital a sus respectivos ayuntamientos por casi cualquier medio digital como contemplan la legislación española que promulga “el derecho de las personas a relacionarse por medios electrónicos con las administraciones públicas, simplificando el acceso a los mismos” [3].

Sin embargo, en aprovechamiento de la información obtenida aún no ha alcanzado una madurez plena. Para los municipios más modestos en población y recursos la única forma de alcanzarlo podría ser mediante instituciones supramunicipales, como ocurre con las oficinas virtuales de los ayuntamientos [4].

4. Conclusiones

En la actualidad el desarrollo de las tecnologías y comunicaciones permite una mayor accesibilidad a diversos servicios públicos y privados prestados por administraciones y empresas respectivamente. Por ejemplo, si analizamos el funcionamiento de gran parte de los ayuntamientos de España, en el último lustro han ido implantando sistemas para la comunicación de incidencias con todo lo relativo competencias del consistorio. Estas soluciones han facilitado la comunicación con los clientes al notificarles que se está resolviendo su problema e informarles de cuál será el tiempo necesario para solucionarlo

La arquitectura de un sistema accesible de atención al usuario o ciudadano se compone de dos capas:

- *Front-end*: Interfaz que permite comunicar incidencias o hacer solicitudes por parte de cualquier usuario o vecino que disponga de un ordenador o dispositivo móvil con acceso a internet. Esta capa será fundamental para garantizar la accesibilidad a la administración y a sus servicios.
- *Back-office*: Consiste en la infraestructura orientada a la gestión organizada del trabajo para resolver los casos que llegan desde la capa anterior, y un seguimiento de estos, que permita tomar decisiones adecuadas. Dentro de esta capa también se gestiona el inventario de otros recursos, aunque no obedezcan a una naturaleza IT como vehículos, dispositivos informáticos y otros recursos materiales del ayuntamiento mediante una base de datos de gestión de configuración (CMDB) combinada con procesos de gestión de activos, con las utilidades necesarias para su control, y el conocimiento que genera la administración mediante el desarrollo de sus actividades.

Los primeros sistemas que se están implantando en estas administraciones locales se limitan a una aplicación que se instala en dispositivos móviles y en algunos casos también accesibles desde portales web, mediante los cuales el ciudadano reporta incidencias o nuevas necesidades que si procede el personal pertinente atiende y resuelve de modo que se satisfacen solicitudes comunes, mediante un catálogo de servicios predeterminado. Pero en el presente prevalece una mayor atención a la capa *front-end* de la arquitectura, y un menor desarrollo en cuanto a *back-office* pues no se evidencia en los casos analizados un desarrollo de procesos sofisticado que permita dinamizar el servicio mediante el análisis de datos, quedando archivados los registros definitivamente tras su resolución [5].

Para alcanzar las siguientes etapas de madurez se deben conectar estas soluciones iniciales a las operaciones de soporte en una sola plataforma, de forma que el usuario final tenga visión sobre el estado y el funcionamiento de los productos y los servicios digitales y en línea con los que interactúan. De esta forma el servicio de atención será más proactivo y debe tratar de abordar de forma preventiva los problemas del público, generando confianza. Para ello el interfaz de comunicación además puede incluir funciones más innovadoras:

- Proporcionar respuestas en un formato conversacional con un *bot de chat*, que apoyándose en algoritmos de inteligencia artificial proponga soluciones o respuestas al usuario o avise automáticamente a los técnicos competentes dándoles las pautas de lo que deben hacer en base a experiencias pasadas.
- Trabajar el descubrimiento de soluciones colaborando con personal administrativo y expertos.
- Encontrar respuestas a problemas habituales con contenido de conocimiento.
- Visibilizar el estado de los productos y servicios adquiridos en tiempo real.

En cuanto a la capa *back-office*, el trabajo se apoya en la disciplina Business Process Management (BPM) permite desencadenar, documentar, diseñar, ejecutar, medir y controlar procesos, para lograr a través de sus resultados ciertos objetivos planteados, mediante su orientación a la estrategia de la organización. BPM se apoya en IT con el objetivo de mejorar, innovar y gestionar los procesos a lo largo de todo su ciclo de vida, imprimiendo mayor agilidad en ellos.

Alcanzar una etapa superior en el proceso de maduración en el ámbito que estamos tratando podría ir de la mano de la implantación de la filosofía contemplada por *IT Service Management (ITSM)*, se puede considerar una variante de la gestión por procesos, aplicada al ámbito IT (tecnologías de la información). En este caso son específicos para administrar los servicios de IT empresariales alineándolos, con el objetivo de proporcionar los mejores servicios posibles al usuario final. Su orientación simultánea a procesos y cliente lo diferencia de otros modelos de gestión de IT, que dan más importancia a la base tecnológica.

Es por ello por lo que la gestión de los servicios propone cambiar la gestión tradicional de los departamentos de tecnología por una serie de componentes especializados en determinados servicios de principio a fin de este servicio concreto.

La gestión de servicios de TI trata de alcanzar los siguientes objetivos:

- Proporcionar una adecuada gestión de la calidad

- Aumentar la eficiencia
- Alinear los procesos de negocio y la infraestructura IT
- Reducir los riesgos asociados a los Servicios IT
- Generar negocio.

Los procesos, procedimientos, tareas y listas de verificación pueden ser aplicados de ITIL pueden ser aplicados a este contexto. A partir de la versión ITIL v4 publicada en 2019, se ha dado mayor relevancia al concepto de creación de valor que a la prestación de servicios. Para ITIL la creación de valor se define como "un medio para permitir la creación conjunta de valor al facilitar los resultados que los clientes desean lograr, sin que el cliente tenga que administrar costos y riesgos específicos." [6]

Implantar un software de gestión de *ITSM*, se puede proporcionar un sistema global con procesos únicos y adaptados al *framework de ITIL*.

Mediante centralización de la información relevante en una única herramienta accesible a todos los usuarios se evitarán pérdidas de información, cuellos de botella, falta de trazabilidad, etc.

La capacidad de personalización e integración de la plataforma específicas da la posibilidad de integrar toda la información necesaria, así como automatizar tareas.

La información histórica disponible hará posible una potencial mejora continua a través de su análisis.

Las plataformas de esta naturaleza, entre otras, con las siguientes aplicaciones:

- Gestión de incidencias: se aplica a un evento que implica la interrupción de un servicio, pérdida de operatividad de un dispositivo. Con esta gestión tratamos de aplicar las acciones necesarias para analizar, identificar y corregir problemas mientras se adoptan medidas que eviten futuros incidentes similares.
- Gestión de solicitudes: En punto anterior tratábamos comunicaciones de interrupciones de servicio o funcionamiento de algún elemento de la estructura que llevan aparejados procesos orientados a su restitución, a diferencia de la gestión de solicitudes de servicio consiste en solicitudes desde cualquier parte de una organización o de su base de clientes, de algún servicio o bien nuevo que se ha de proporcionar o adquirir. Esta gestión contempla definir y aplicar procesos encaminados a hacer un seguimiento de las solicitudes en curso y gestionar las expectativas, al tiempo que coordina las solicitudes entre los distintos departamentos de una organización.
- Gestión de problemas: consiste en identificar y gestionar las causas raíz y los posibles incidentes a los que pueden dar lugar aplicando las medidas preventivas pertinentes. Para ello se seguirán flujos de trabajo estructurados para diagnosticar las causas raíz y solucionar los problemas, que además de contribuir a evitar incidentes recurrentes minimizan el impacto de las interrupciones imprevistas
- Gestión de cambios: El avance tecnológico, cambios en los mercados o crecimiento de la organización repercute en sus infraestructuras obligando a evolucionar para adaptarse a las nuevas necesidades continuamente. Pero hay que tener en cuenta que los cambios en los sistemas internos pueden ser difícil, arriesgados y lentos. La implantación de estas áreas tiene como

objetivo garantizar una transición fluida, gracias a un conjunto estandarizado de procesos que regularice el proceso de cambio desde la conceptualización hasta el cierre. No debemos confundirlos con cambios organizativos internos relacionados con la reestructuración de roles que podrían requerir una gestión diferente.

- Gestión de inventario (gestión de activos y base de datos de gestión de configuración): En el plano IT trataremos de consolidar, correlacionar, y mantener un conjunto de datos complejos y en rápida evolución procedentes de múltiples fuentes de datos, con la mejor calidad de datos posibles e identificando las relaciones las entre componentes. Pero podemos aplicar su filosofía a otros dispositivos que no pertenezcan al ámbito, que requieran soporte o mantenimiento por parte de la organización. En este caso lo combinaremos con la gestión de activos que gestionará la supervisión de la infraestructura, las operaciones y los servicios de campo, informando sobre las decisiones de inventario y contratos.
- Gestor de conocimiento, dividido en áreas accesibles por el público al que esté destinada cada una. Un sistema centralizado capturará y almacenará los conocimientos y experiencias colectivos adquiridos por los usuarios de una organización para ser reutilizada. La gestión del conocimiento es una aliada de la innovación, pues comparte ideas y experiencias, así como información actualizada, que estimula un pensamiento creativo y cataliza cambios culturales importantes que la organización pueda abordar mejor las necesidades de adaptación.



Fig. 1 Cuadrante mágico de Gartner con las principales soluciones ITSM del mercado. [7]

Según vemos en la figura nº 1 existen diversos productos disponibles e implantar alguno de ellos supondría tener en cuenta inconvenientes ya mencionados como los económicos, o los sociales, por ejemplo, la brecha digital y las densidades de población. En todo caso hay que recordar que: “*Lo que no se mide, no se controla, y lo que no se controla, no se puede mejorar*” [8].

5. Referencias

- [1] Project Management Institute, Inc., Practice Standard for Earned Value Management, Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., 2013.
- [2] R. Martínez Gutiérrez, «Carácter esencial y consolidación de la e-Administración en los Ayuntamientos en tiempos del COVID-19,» *El Consultor de los Ayuntamientos*, 2020.
- [3] «Ley 40/2015, de 1 de octubre,» *Boletín Oficial del Estado*, nº 236, pp. pp. 89411-89530, 2 octubre 2015.
- [4] C. Cano Sansano, «Ciudadanía, Administración y Transparencia. Del Gobierno Electrónico al Gobierno Abierto. Un estudio sociopolítico de las webs de los Ayuntamientos de la Provincia de Alicante,» *Universidad de Alicante (Tesis doctoral)*, 2016.
- [5] I. Boscá Canet, «Diseño, desarrollo y estrategia digital de un producto software para la comunicación entre ayuntamientos y ciudadano,» *Universitat Politècnica de València (Tesis doctoral)*, 2018.
- [6] Agutter, ITIL® Foundation Essentials – ITIL 4 Edition, Ely, 2019.
- [7] BMC, «Service Management Blog,» julio 2022. [En línea]. Available: <https://www.bmc.com/blogs/gartner-magic-quadrant-itssm/>. [Último acceso: 30 septiembre 2023].
- [8] L. mdina, «pmpsolution.net,» 30 03 2019. [En línea]. Available: [https://pmsolution.net/2019/03/30/lo-que-no-se-mide-no-se-controla-y-lo-que-no-se-controla-no-se-puede-mejorar/#:~:text=Lo%20que%20no%20se%20mide,se%20puede%20mejorar%20%7C%20Lourdes%20Medina](https://pmsolution.net/2019/03/30/lo-que-no-se-mide-no-se-controla-y-lo-que-no-se-controla-no-se-puede-mejorar/#:~:text=Lo%20que%20no%20se%20mide,se%20puede%20mejorar%20%7C%20Lourdes%20Medina.). [Último acceso: 28 09 2023].

Web Accessibility of the Universities at the Central African Monetary and Economic Community (CEMAC)

Pastor Nso-Mangue¹, S. Lujan-Mora¹

¹Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Universidad de Alicante (España)
pnm19@alu.ua.es; sergio.lujan@ua.es

Abstract. Internet penetration in the world is increasing every year, and universities are taking advantage by providing digital services to their communities. Approximately 66.3% of the world's population and 33.9% of Africa's population have access to the Internet. However, 15% of the world's population lives with some form of disability and cannot equally enjoy the web. In Africa, there are approximately 80 million people with disabilities. Equal access to the web is a human right under the Convention on the Rights of Persons with Disabilities (CRPD) and a key aspect of achieving the Sustainable Development Goals. The purpose of this study is to raise awareness about web accessibility in central Africa region with the hoped to promote digital inclusion of all citizens, leaving no one behind. The main research objective is to determine the level of compliance of universities in the Central African Monetary and Economic Community (CEMAC) against Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. This is accomplished by evaluating web accessibility of home pages of 45 higher education institutions of CEMAC, selected from Webometrics portal, with automated tools (Mauve++ and Lighthouse). The results show that universities from CEMAG region do not comply with WCAG 2.1 Level AA and that stakeholders need to make great efforts to reverse this situation.

Keywords: Web accessibility, WCAG 2.1, evaluation tools, people with disabilities, universities, CEMAC.

1. Introduction

The number of Internet users is growing every year. Currently, 66.3% of the world's population and 39.7% of Africa's population have access to the Internet [1]. In this era of the information society, universities around the world have embraced the web to provide information services such as e-learning, e-administration, digital repositories of their scholarly production, etc. The importance of access to digital services through the Web was demonstrated during the containment of the Covid-19 pandemic [2]; those universities that could not provide online education had difficulty continuing. According to the United Nations Convention on the Rights of Persons with Disabilities (CRPD), the Internet should be accessible to everyone. Worldwide, 15% of the population live with some form of disability that poses barriers to equal use of the Web [3]; about 80 million of them live in Africa [4].

There are differences in web accessibility performance between developed and developing countries, with the former performing better [5]. The web accessibility

status of developing countries in the Central African region is not widely known due to a lack of research [4]. This is the reason for this research, which aims to shed some light on the level of compliance with the Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) by universities in Cameroon, Central African Republic, Chad, Congo, Equatorial Guinea and Gabon. This main objective can be broken down into the following specific objectives:

- Evaluate the web accessibility compliance of universities in the Central African Monetary and Economic Community (CEMAC) against WCAG 2.1 using automated evaluation tools.
- Aggregate web accessibility scores by country and compare their performance.

The rest of the article is structured as follows: Background, describes the background information needed to understand web accessibility, its standards and regulations and the status of adoption; Methodology, presents the methodology carried out to evaluate and validate accessibility on websites from CEMAC; Results and Discussions, presents and discusses the results on web accessibility performance in CEMAC; and finally, Conclusions, presents the conclusions based on the results and possible future work that could derive from this research.

2. Background

2.1. Web Accessibility Evaluation

The main source of web accessibility standards is the World Wide Web Consortium (W3C). The W3C has been publishing WCAG [6] since 1999. In 2008, WCAG version 2.0 was published and in 2012 it became the ISO/IEC 40500:2012 standard. However, this study will evaluate web accessibility against WCAG 2.1, which was released on 5 June 2018 and is the current recommendation of the W3C. WCAG 2.2 has also become a proposed recommendation [7], but no tool has implemented it yet.

Enforcement of web accessibility is increasing around the world in the form of guidelines, laws and recommendations [8]. The most important current web accessibility legislation is the Americans with Disabilities Act (ADA) and Section 508 from the United States of America; the Accessibility for Ontarians with Disabilities Act (AODA) from Canada; the European Accessibility Act (EEA) and the European Standard EN 301549 from the European Union.

Web accessibility can be evaluated in three ways: by subject matter experts, by automated evaluation tools, and by the interactions of people with disabilities. The most widely used method, which is less affected by subjective opinions, is automated evaluation by online tools. However, a combination of automated and manual evaluation is sometimes necessary, as these automated tools do not detect all possible web accessibility issues [9].

2.2. About Central African Monetary and Economic Community

The CEMAC is made up of six neighbouring countries: Cameroon, Central African Republic, Chad, Congo, Equatorial Guinea and Gabon. All these countries share the

same currency, the CFA franc (XAF), and the free movement of goods and people [10]. Its main mission is to promote the harmonious development of its member states within a common market. All countries in the CEMAC region have signed and ratified the CRPD [11], but there is no information on specific web accessibility legislation from these countries.

2.3. Related Works

Many researchers have studied the web accessibility of universities around the world. Most of these research studies have shown that universities are not compliant with the WCAG guidelines and that great efforts need to be made in this direction. To conduct these studies, most of the authors used automated web accessibility evaluation tools (AWAET), although some others used manual evaluation.

Máñez-Carvajal et al [12] carried out a study to evaluate top university websites in Spain, Chile and Mexico and concluded that the three countries analysed had low levels of web accessibility on the selected websites.

Ismail et al [13] analysed the accessibility of Indian university websites using AWAET (Achecker and WAVE); the results showed poor compliance with WCAG 2.0 guidelines.

Ismailova et al [14] evaluated the accessibility of top university websites in Kyrgyzstan, Azerbaijan, Kazakhstan and Turkey. The evaluation was done using the Achecker tool against WCAG 2.0 and conformance levels A, AA and AAA. The study revealed that Turkish web developers pay more attention to web accessibility, although the four countries did not perform well.

Campoverde-Molina et al [15] carried out a systematic literature review on the accessibility of universities worldwide. The study includes 42 papers, most of which evaluated websites against ISO/IEC 40500:2012 and Section 508. It was found that most universities have significant accessibility issues.

With a focus on African universities, some research is worth mentioning. For example, Verkijika et al [16] conducted a study on the accessibility of South African university websites using AChecker and TAW tools. They found that all the universities evaluated had accessibility errors and did not comply with WCAG 2.0 guidelines. A similar study was conducted by Kiruki et al [17], which consisted of evaluating the accessibility and usability of library websites for students with visual and physical disabilities in public universities in Kenya. The study sample included 91 students with physical disabilities, 86 students with visual disabilities, 133 library staff, six university librarians, six systems librarians and six disability mainstreaming staff. The results indicated that people with physical and visual disabilities in public university libraries in Kenya are excluded from accessing and using relevant websites.

Another study was carried out by Ohaju [18] by comparing the web accessibility of universities from Europe and Africa against WCAG 2.0. The study used six AWAETs (CheckMyColours, TAW, WAVE, AChecker, W3C HTML validator and CSS validator) for evaluation. The study included 16 universities and the results concluded that European universities performed better, particularly the University of Szczecin in Poland.

Agangiba et al [19] carried out an assessment of the accessibility of the websites of higher education institutions in Ghana for the visually impaired. The results showed

that most of these websites were not perceptible and operable, thus creating barriers to access for the visually impaired. The results also identified critical accessibility errors in the websites.

3. Methodology

In order to verify the compliance of the CEMAC universities with the WCAG 2.1 guidelines, the procedure described in Figure 1 was followed.

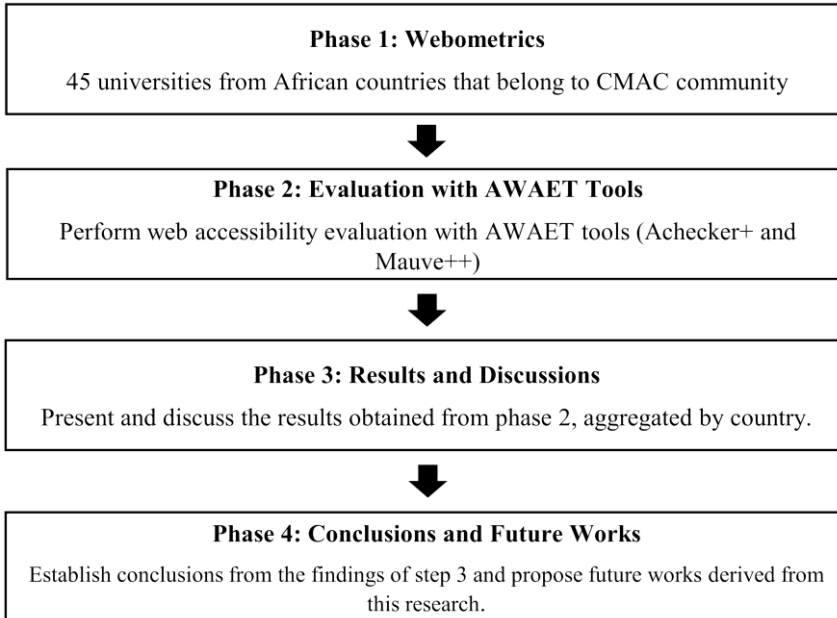


Fig. 1. Methodology used in this research.

The depicted methodology on Figure 1 comprises the following steps:

1. Select a list of universities from CEMAC and their corresponding websites from Webometrics [20]. The Shanghai ranking list was another option, but Webometrics was chosen because of its good division of information by continent, which makes it very easy to find information about universities in a particular region.
2. Select an AWAET and perform a web accessibility check on the websites of selected universities. The chosen AWAET should be WCAG 2.1 compliant and provide a high number of free scans. Based on these requirements, AChecks and Mauve++, among others, were selected [21]. The AChecks tool can perform free web accessibility evaluations using AChecker and Tingtun for WCAG 2.0 and Lighthouse for WCAG 2.1. Mauve is another tool that can also perform evaluations for WCAG 2.0 and 2.1; it provides two options, fast static web page evaluation and slower accurate server-side evaluation. For this research, web accessibility

evaluations will be performed against WCAG 2.1 and conformance Level AA, so Lighthouse and Mauve ++ will be chosen. Mauve will perform static web page evaluations. The threshold for a site to be considered accessible in this research is set at 85; therefore, Lighthouse and Mauve++ web accessibility scores should be 85 (or above) out of 100. Universities whose websites cannot be evaluated by the selected AWAET will be removed from the sample.

3. To present and discuss the results of phase 2 in accordance with the objectives of the study. The data will be aggregated by country using the statistical tool Tableau Public. The aggregated data consists of statistical calculations related to web accessibility scores, such as the mean accessibility score of each country, the median, lower and upper scores for each country, the number of universities per country, the score interval for most universities of a given country and the entire CEMAC.
4. Draw conclusions from the findings of step 3 and suggest future work that can be derived from this research.

4. Results and Discussion

Table 1 shows the selected universities from the CEMAC region, and their corresponding web accessibility score derived from phases 1 and 2 of Figure 1. Some universities were excluded because their websites were not accessible. The final sample consisted of 39 universities and only one (Université de Moundou) reached the threshold of 85 points. The scores shown are the average of the scores provided by the Lighthouse and Mauve++ tools. The names of the universities are hyperlinked to their websites. The Université de Moundou in Chad has the highest score and the Institut de Formation et de Recherche Démographiques Cameroun has the lowest.

These web accessibility scores are very poor and show that universities in the CEMAC region are not paying attention to web accessibility and therefore people with disabilities are facing barriers in accessing their websites. Internet use has become such an integral part of people's daily lives around the world, and the poor web accessibility performance of universities in the CEMAC region highlights the potential exclusion of people with disabilities from accessing their websites.

There were no web accessibility statistics available for countries in the CEMAC region. Therefore, these results can serve as a baseline for the situation of web accessibility in the universities of Cameroon, Central African Republic, Chad, Congo, Equatorial Guinea and Gabon.

Accessibility includes people with a wide range of visual, hearing, physical, speech, cognitive, language, learning and neurological disabilities. A truly accessible website should be perceivable, operable, understandable, and robust. Failure to meet WCAG 2.1 conformance Level AA means that CEMAC's websites have serious accessibility barriers and are not usable and understandable. Not usable means that user interface components and navigation from these websites are not operable; and not understandable means that information and user interface operation are not understandable.

Table 1. Universities of CEMAC and their web accessibility scores by country, based on AChecker+ and Mauve++

Cameroon		Chad	
Université de Dschang	71.50	École Nationale d'Administration Tchad	65.50
University of Buea	64.50	Université Emi Koussi	77.50
Université de Ngaoundéré	69.50	Université de Moundou	85.00
Université de Yaounde I	66.00	Institut Universitaire des Sciences et Techniques d'Abeche	83.00
University of Maroua	81.00	Central Africa Republic	
Université de Douala	72.50	Université de Bangui	73.50
Université de Bamenda	73.50	Congo	
Université Catholique d'Afrique Centrale	73.00	Denis sassou Nguesso University	80.00
Université de Yaoundé II	70.50	Equatorial Guinea	
ICT University	67.50	Universidad Nacional de Guinea Ecuatorial	84.00
Institut de Formation et de Recherche Démographiques Cameroun	55.00	Universidad Afroamericana de Africa Central	80.50
Saint Monica Higher Institute	76.50	Gabon	
Bamenda University of Science and Technology	67.00	Université de Masuku	75.00
Université Protestante d'Afrique Centrale	80.00	École de Management du Gabon	81.00
Catholic University Institute of Buea CUIB	79.00	BBS School Gabon	80.50
Catholic University of Cameroon	80.50	Ecole de Mines et de la Métallurgie de Moanda E3MG	75.00
École Nationale d'Administration et de Magistrature ENAM	83.50	Institut National des Sciences de Gestion Gabon	69.00
Fomic Polytechnic	73.00	Institut des Techniques Avancées	74.00
National Polytechnic Bamenda (National Polytechnic Bambui)	66.50	Institut National de la Poste	65.00
Institut Universitaire de la Côte	70.00	Université des Sciences de la Santé	62.00
Saint Lawrence University SLU Cameroon	66.50	Normale Supérieure de Libreville	75.50
Institut Universitaire Bengono Toure Genevieve IUBTG	71.50		

Table 2 presents information on web accessibility derived from phase 3 of Figure 1. The aggregation by country was done using the statistical tool Tableau Public. Most universities scored between 73 and 80. As the number of universities from each country in the sample is different, the web accessibility score of CEMAC (73.44) is calculated as a weighted average of the country scores. This confirms that universities from CEMAC still need to make great efforts to improve web accessibility and comply with the mandates of the CRPD, which their countries have ratified.

Table 2. Web Accessibility of CEMAC aggregated by country.

	Mean	Median	Min/Max	Lower/Upper Hinge	Universities
Cameroon	71.75	71.50	55.00/83.50	67.00/76.50	22.00
Central African Republic	73.50	73.50	73.50/73.50	73.50/73.50	1.00
Chad	77.75	80.25	65.50/85.00	71.50/84.00	4.00
Congo	80.00	80.00	80.00/80.00	80.00/80.00	1.00
Equatorial Guinea	82.25	82.25	80.50/84.00	80.50/84.00	2.00
Gabon	73.00	73.00	62.00/81.00	69.00/75.50	9.00
CEMAC	76,36	75.63	55.00/85.00	73.00/80.00	39
CEMAC Weighted Mean	73.44				

5. Conclusions

The evidence presented here confirms that web accessibility is still a challenge in the CEMAC region and globally, as shown in the literature review. The main contribution of this study is to provide statistics on web accessibility that can serve as a baseline for future studies on web accessibility at universities in Cameroon, Central African Republic, Chad, Congo, Equatorial Guinea and Gabon.

In the future, this study can be extended by evaluating the web accessibility of the top 100 universities in Africa and comparing their performance with the top 100 universities in other continents, based on the Webometrics ranking.

6. References

- [1] International Telecommunication Union (ITU), *ITU DataHub*, 2003. <https://datahub.itu.int/> (accessed September 27, 2023).
- [2] J. Lazar, «Managing digital accessibility at universities during the COVID-19 pandemic», *UAIS*, vol. 21, n.º 3, pp. 749-765, doi: 10.1007/s10209-021-00792-5.
- [3] P. Acosta-Vargas, P. Hidalgo, G. Acosta-Vargas, M. Gonzalez, J. Guña-Moya, and B. Salvador-Acosta, «Challenges and Improvements in Website Accessibility for Health Services», *IHSI 2020*, pp. 875-881, doi: 10.1007/978-3-030-39512-4_134.
- [4] P. Nso-Mangue, T. Acosta, and S. Luján-Mora, «Accessibility of Educational Websites in Ecuador and Equatorial Guinea: a Tale of two Countries», *INTED2023 Proceedings*, Valencia, Spain: IATED, 2023, pp. 6119-6127, doi: 10.21125/inted.2023.1619.
- [5] Y. Inal and R. Ismailova, «Effect of human development level of countries on the web accessibility and quality in use of their municipality websites», *JAIHC*, vol. 11, n.º 4, pp. 1657-1667, abr. 2020, doi: 10.1007/s12652-019-01284-4.

- [6] World Wide Web Consortium (W3C), «Introduction to Understanding WCAG». <https://www.w3.org/WAI/WCAG22/Understanding/intro#understanding-the-four-principles-of-accessibility> (accessed July 26, 2023).
- [7] World Wide Web Consortium (W3C), «Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2». <https://www.w3.org/TR/WCAG22/> (accessed September 9, 2023).
- [8] World Wide Web Consortium (W3C), *Web Accessibility Initiative (WAI)*. <https://www.w3.org/WAI/policies/> (accessed June 17, 2023).
- [9] P. Acosta-Vargas, S. Luján-Mora, T. Acosta, and L. Salvador-Ullauri, «Toward a Combined Method for Evaluation of Web Accessibility», en *Proceedings of ICITS (2018)*, pp. 602-613. doi: 10.1007/978-3-319-73450-7_57.
- [10] Communauté Economique et Monétaire des Etats de l’Afrique Centrale (CEMAC), 2023. <https://cemac.int/cemac/> (accessed September 1, 2023).
- [11] U. N. H. C. for Refugees, «Refworld | Convention on the Rights of Persons with Disabilities: resolution / adopted by the General Assembly». <https://www.refworld.org/docid/45f973632.html> (accessed July 29, 2023).
- [12] C. Máñez-Carvajal, J. F. Cervera-Mérida, and R. Fernández-Piqueras, «Web accessibility evaluation of top-ranking university Web sites in Spain, Chile and Mexico», *UAIS*, vol. 20, n.º 1, pp. 179-184, mar. 2021, doi: 10.1007/s10209-019-00702-w.
- [13] A. Ismail and K. S. Kuppusamy, «Accessibility of Indian universities’ homepages: An exploratory study», *J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci.*, vol. 30, n.º 2, pp. 268-278, abr. 2018, doi: 10.1016/j.jksuci.2016.06.006.
- [14] R. Ismailova and Y. Inal, «Accessibility evaluation of top university websites: a comparative study of Kyrgyzstan, Azerbaijan, Kazakhstan and Turkey», *UAIS*, vol. 17, n.º 2, pp. 437-445, jun. 2018, doi: 10.1007/s10209-017-0541-0.
- [15] M. Campoverde-Molina, S. Luján-Mora, and L. Valverde, «Accessibility of university websites worldwide: a systematic literature review», *UAIS*, vol. 22, n.º 1, pp. 133-168, mar. 2023, doi: 10.1007/s10209-021-00825-z.
- [16] S. F. Verkijika and L. De Wet, «Accessibility of South African university websites», *UAIS*, vol. 19, n.º 1, pp. 201-210, mar. 2020, doi: 10.1007/s10209-018-0632-6.
- [17] B. W. Kiruki and S. M. Mutula, «Accessibility and Usability of Library Websites to Students with Visual and Physical Disabilities in Public Universities in Kenya», *IJKCDT*, vol. 11, n.º 2, Art. n.º 2, jun. 2021. [Online]. Available: <https://journals.sfu.ca/ijkcdt/index.php/ijkcdt/article/view/585>. Accessed September 10, 2023.
- [18] L. O. Ohaju, «Comparative Evaluation of the Usability and Accessibility of Selected University Websites», Federal University of Technology – Minna, doi: 10.2139/ssrn.4118355.
- [19] M. Agangiba and W. A. Agangiba, «Evaluation of Accessibility for the Visually Impaired- The Case of Higher Education Institutions’ Websites in Ghana», *Ghana J. Technol.*, vol. 3, n.º 2, Art. n.º 2, mar. 2019.
- [20] C. S. de I. C. (CSIC) Cybermetrics Lab, *Webometrics*, 2023. https://www.webometrics.info/en/current_edition (accessed August 22, 2023).
- [21] World Wide Web Consortium (W3C), «Web Accessibility Evaluation Tools List». <https://www.w3.org/WAI/ER/tools/> (accessed August 10, 2023).

Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial

Strategies implemented by women entrepreneurs in digital businesses to influence online consumer behavior

PhD. Jovanna Nathalie Cervantes-Guzman¹

¹ Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas. Universidad de Guadalajara
(México)

jovanna.cervantes3089@academicos.udg.mx

Abstract. *Objective:* This study aims to identify effective digital business strategies recommended for e-commerce ventures led by women entrepreneurs. The implementation of digital innovations and the utilization of emotional motivators in e-commerce are crucial for creating a supportive environment that facilitates the growth and development of women-led businesses. *Methodology:* The research follows a deductive approach, employing quantitative, descriptive, documentary, and correlational methods. *Theoretical and Practical Findings:* The study reveals that online consumer behavior differs significantly from traditional market behavior, and there is limited existing research on the purchase decision-making process in e-commerce (Denis et al., 2009). In practical terms, the integration of digital innovations and the incorporation of emotional motivators in e-commerce can foster favorable conditions and provide an enabling environment for women entrepreneurs to unlock their companies' potential. *Originality:* These findings contribute to the existing understanding of consumer behavior in the online context and shed light on the unique challenges and opportunities faced by women entrepreneurs in the business world. *Conclusions and Limitations:* Implementing digital innovations and leveraging emotional motivators in e-commerce are essential for the growth and success of women-led businesses. However, it is important to acknowledge the limitations of this study, such as the need for further research and exploration in this area.

Keywords: Women entrepreneurs, digital innovations, emotional motivators, online consumer behaviour.

1. Introduction

The rise of online shopping has revolutionized the internet, transforming it into a powerful force that significantly influences consumer behavior. McGaughey and Mason (1998) noted that the abundance of information available online has fundamentally changed how individuals acquire products, making it easier for potential customers to evaluate offerings from various suppliers and altering traditional purchasing behavior (Koufaris, 2003). With the ability to purchase through multiple channels, coupled with technological advancements like information search, alternative evaluation, and actual transactions (Constantinides, 2018), understanding online

consumer behavior becomes essential for attracting more customers and improving conversion rates (Zhang et al., 2011).

Consumer behavior in e-commerce has evolved distinctively from traditional markets, prompting the recognition of the need for deeper exploration and understanding in this field (Murad, 2018). However, research on the purchase decision-making process in e-commerce remains limited and relatively unexplored (Marmureanu, 2020). To bridge this gap, this study aims to develop a new behavior model that enhances theoretical knowledge regarding decision-making in e-commerce (Rickwood & White, 2009).

Gender equality remains a significant concern in the business world, as it plays a crucial role in the economic progress of nations. Despite women achieving higher levels of education and occupying prominent positions in economic development, systemic gender inequality persists in legal systems worldwide. Women entrepreneurs face greater challenges in starting and growing their businesses compared to their male counterparts, highlighting a gender disparity in entrepreneurship (Kelley et al., 2017). Addressing this issue requires the creation and development of an inclusive entrepreneurial ecosystem that fosters gender equality. By dismantling systemic barriers and biases, societies can unlock the full potential of women-led businesses and contribute to sustainable economic growth and development (Greene et al., 2019).

Therefore, implementing digital innovations through emotional motivators in e-commerce is crucial to create enabling conditions and a supportive environment for women entrepreneurs to realize the full potential of their companies.

Research objective

Expose the digital business strategies that they are recommended to use in the e-commerce of companies founded by women entrepreneurs.

Research question

¿ What would be the recommended digital business strategies focused on e-commerce for ventures developed by women?

Hypothesis

1. The valuation of the design of the website has a positive relationship with the purchase intention.
2. The assessment of consumer satisfaction has a positive relationship with purchase intention.
3. The valuation of the information contained has a positive relationship with the purchase intention.

2. Content

The article titled "The New Science of Consumer Emotions" published in the Harvard Business Review discusses the role of emotions in driving consumer behavior and emphasizes the importance of "emotional motivators" in benefiting a brand and promoting company growth. These emotional motivators help attract and retain customers who develop an emotional connection with a brand when it helps fulfill their often unconscious desires.

Magis, Zorfas, and Leemon (2015) identified several emotional motivators with the input of experts from the anthropological and social sciences fields. These motivators include:

- Standing out from the crowd: Projecting a unique social identity and being perceived as special.
- Feeling a sense of freedom: Acting independently and making choices freely.
- Experiencing emotional stimulation: Feeling pleasure and visceral emotions.
- Protecting the environment: Recognizing the importance of the environment and supporting sustainable practices.
- Being the person that one wants to be: Striving to live up to an ideal self-image.
- Achieving success in life: Feeling a sense of purpose and fulfillment beyond financial aspects.

Establishing emotional connections with customers has become increasingly crucial for businesses. Research suggests that customers who are fully emotionally connected to a brand exhibit higher purchasing metrics and product usage frequency, making them more valuable to the company. To optimize emotional connections, businesses should focus on enhancing the online experience to evoke feelings of freedom, emotion, belonging, and impulse, facilitating purchase decisions.

The importance of emotional connections between customers and brands cannot be overstated. Studies indicate that customers who have strong emotional connections with a brand are 52% more valuable in terms of purchasing metrics and frequency of product use compared to those with weaker emotional ties (Smith, 2019). This highlights the significance of fostering emotional connections to enhance customer loyalty, engagement, and ultimately, revenue.

In the realm of online commerce, every customer-brand interaction presents an opportunity to generate emotions and strengthen the emotional connection. Businesses must prioritize optimizing emotional connections in the online experience to evoke desirable consumer emotions. This involves creating an online environment that elicits feelings of freedom, excitement, belonging, and impulse to make a purchase (Johnson, 2020).

Emotional connections provide companies with a competitive advantage in a crowded marketplace. By fostering strong emotional ties, businesses can differentiate themselves from competitors, as emotional connections are not easily replicable (Lee & Hwang, 2018). This advantage is particularly evident in industries where products or services are similar, and emotional connections become a key differentiator. Additionally, emotional connections drive business growth by increasing customer retention, repeat purchases, and positive word-of-mouth recommendations (Hansen, 2021).

Therefore, understanding and leveraging the emotional motivators that influence human behavior are crucial for achieving success in e-commerce and can have a positive impact on digital businesses founded by women entrepreneurs (Abbamonte, 2018).

2.1. Online consumer behavior

This section will concentrate on consumer behavior on the internet and its differentiation from traditional behavior, which is crucial for influencing the decision-making process in e-commerce.

Understanding and catering to consumer needs and the decision-making process are vital in e-commerce. Consumers exhibit distinct behaviors due to their engagement with online activities and the unique characteristics of the internet environment, such as access to abundant information and the intangibility of goods. Utilizing these factors can enhance the shopping experience by tailoring the service process to align with consumer knowledge through the use of tools that facilitate the purchasing journey. However, the absence of face-to-face interactions and the intangibility of services contribute to increased perceived risk among consumers, leading to uncertainties during the purchase process (Zhang et al., 2011).

- Understanding Consumer Needs and Decision-Making in E-commerce: E-commerce platforms need to gain insights into consumer needs and the decision-making process. In addition to the activities involved in the purchase process, consumers interact with the online environment, which provides them with accessibility to a vast amount of information. This availability of information enables consumers to research, compare, and evaluate products or services before making a purchase decision.
- The intangibility of goods in e-commerce also influences consumer behavior. Since consumers cannot physically experience or assess products before purchase, they rely on product descriptions, images, and customer reviews.

E-commerce businesses can leverage this aspect by providing accurate and detailed product information, high-quality images, and customer reviews to enhance consumer confidence and reduce perceived risk.

- **Customizing the Service Process:** Customizing the e-commerce service process based on consumer knowledge is essential for enhancing the shopping experience. Tools that assist buyers in the purchase process, such as personalized recommendations, interactive product configurators, and live chat support, can be implemented to cater to individual consumer preferences and provide a seamless and tailored experience. By personalizing the service process, e-commerce platforms can engage consumers and facilitate their decision-making journey, leading to increased satisfaction and loyalty.
- **Perceived Risk and Doubt in the Purchase Process:** The absence of face-to-face interactions and the intangibility of services in e-commerce contribute to heightened perceived risk among consumers. The inability to physically examine or try out products, coupled with concerns about payment security and trustworthiness, can generate doubts and uncertainties during the purchase process. E-commerce businesses must address these concerns by implementing secure payment gateways, transparent return policies, and reliable customer support to alleviate consumer apprehension and build trust.

2.2. Methodology

Table 1: Technical Data

Methodology	
Scope of the study	Exploratory - descriptive research
Design	Transverse
Method	Deductive research with quantitative, descriptive, documentary, and correlational approach
Universe	35 companies founded by women entrepreneurs certified by WeConnect International
Type of sampling	Probabilistic for convenience
Sample size	28 questionnaires
Confidence level and sampling error	99%, +/- 12%

Data collection method	Surveys integrated by scale questionnaire Likert
Fieldwork period	March- September 2019

WeConnect International (WBEs) is the only initiative of its kind that works with transnational corporations and multilateral organizations that wish to diversify their value chain including products and services from women-owned businesses around the world. Women Entrepreneurs (WBEs) identify, train, register, and certify women-owned businesses located outside the United States that are at least 51% owned and controlled by one or more women, and link them to qualified corporate buyers such as Walmart, DuPont, Procter and Gamble, P&G, Pfizer, PepsiCo, Accenture, Monsanto, Clinton Global Initiative, US State Department, etc.

Table 2: Summary of independent and dependent variables

Dependent variable	Independent variable	Base thesis	Dimensions	Author
Purchase intent	Website design	(Nada, 2013)	Navigation	(McKinney, et al, 2002)
		(Elia, 2009), (Renee, 2012)	Appearance	(Badre, 2002), (Charles, 2001), (Zhang & Von Dran, 2000), (Liu & Arnett, 2000).
			Clarity of information	(Rosen y Purinton, 2004)
	Information contained	(Nada, 2013)	Brand information	(Cunningham, 2000), (Shang, et al, 2006)
		(Elia, 2009), (Renee, 2012)	Product information	(Cunningham, 2000), (Ou & Sia, 2010), (Cao, et al, 2005).
			E-services	(Charles, 2001), (Ruyter, Wetzels y Kleijnen 2001)
	Consumer satisfaction	(Nada, 2013)	Confidence	(Jarvenpaa, et al, 1999), (McKinnet, Yoon, y Zahedi 2002), (Chaudhuri & Holbrook, 2001), (Matzler, et al, 2008).
		(Elia, 2009), (Renee, 2012)	Commitment	(Rusbult, Johnson y Morrow 1986), (Mollen & Wilson, 2010), (Srinivasan, et al, 2002), (Casalo, et al, 2007), (Koh & Kim, 2004)
			Loyalty	(Dianne 2008), (Chaudhuri & Holbrook, 2001), (Casalo, et al, 2007), (Lynch & Ariely, 2000), (Bolton, Kannan & Bramlett, 2000), (Griffin, 2002)

3. Results

The quantitative analysis used inferential statistics and examined a total of 46 items to determine the level of consistency and reliability. To assess the proposed factors, various statistical tests such as Cronbach's Alpha, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), Bartlett's Test, and T-test were conducted in each dimension (Dennick & Tavakol, 2011; Benavente et al., 2011; Perez et al., 2004; Rubio & Berlanga, 2012). Additionally, the Wilcoxon test was analyzed for hypothesis testing (Reidl et al., 2010).

To evaluate reliability, the weights were calculated using Cronbach's Alpha, which measures internal consistency. Generally, alpha values between 0.70 and 0.90 are considered acceptable (Dennick & Tavakol, 2011). In this study, the calculated Cronbach's Alpha coefficient for the sample was 0.925, indicating an excellent data collection instrument.

The KMO test, which measures the adequacy of data for factor analysis, was performed with Varimax rotation to assess the relationships between variables (Benavente et al., 2011). A KMO value closer to 1 indicates a higher relationship between variables. In this study, the KMO value obtained was 0.828, which is considered remarkable.

Furthermore, the significance of the Bartlett sphericity test was examined to determine if factor analysis could be applied (Benavente et al., 2011). If the significance level is less than 0.05, the null hypothesis is accepted, indicating that factor analysis is appropriate. In this case, the significance level was 0.000, confirming the suitability of factor analysis.

For the evaluation of questionnaire applicability, factor analysis with varimax rotation was employed to interpret factors more efficiently by identifying common features among variables (Perez et al., 2004).

The T-test was utilized to compare the mean of a population with a known or hypothesized value and assess the statistical significance of the association (Rubio & Berlanga, 2012). A "p" value less than 0.05 suggests a low probability that chance explains the association, indicating statistical significance.

Finally, the Wilcoxon test, a non-parametric analysis, was used to test hypotheses and assess the validity of the methodological construct (Reidl et al., 2010). It is considered the non-parametric equivalent of the T-test for related samples and examines whether there is a difference between medians.

4. Conclusions

First, the result of the research hypotheses will be presented.

Hypothesis testing 1:

The valuation of the design of the website has a positive relationship with the purchase intention. The null hypothesis is accepted as there is a bilateral asymptotic significance greater than 0.05 with a result of 0.855, so there is homogeneity between the purchase intention and the design of the website, that is, there is a positive relationship.

Hypothesis testing 2:

The assessment of consumer satisfaction has a positive relationship with purchase intention. The null hypothesis is accepted as there is a bilateral asymptotic significance greater than 0.05 with a result of 0.873, so there is homogeneity between purchase intention and consumer satisfaction, that is, there is a positive relationship.

Hypothesis testing 3:

The valuation of the information contained has a positive relationship with the purchase intention. The null hypothesis is accepted as there is a bilateral asymptotic significance greater than 0.05 with a result of 0.750, so there is homogeneity between the purchase intention and the information contained, that is, there is a positive relationship.

The emergence of the Internet has brought about significant changes in consumer behavior, particularly in the realm of online shopping. It has revolutionized the way customers gather information and evaluate products and services offered by various suppliers (Pavlou & Fygenson, 2019). Online consumer behavior differs from traditional market behavior, and the understanding of the decision-making process in e-commerce is still limited, indicating a research gap (Vesanen & Kortelainen, 2017). To address this gap and enhance comprehension of online consumer behavior, there is a need for more theoretical knowledge (Tussyadiah & Zach, 2017). Developing a novel behavior model can contribute to filling this gap in the literature and providing insights into the decision-making process of online consumers (Liang & Turban, 2018). In the realm of digital business, emotions play a crucial role in establishing connections with consumers, and companies can strategically leverage them.

For the usefulness and future relevance to the research, the digital business environment is constantly evolving, driven by technological advancements, and shifting consumer preferences. Continuously reviewing and adapting the conclusions of this study will keep its utility intact, allowing it to stay ahead of the curve in understanding and optimizing online consumer behavior. This ongoing commitment to relevance ensures that this research remains an indispensable resource for navigating the ever-changing landscape of e-commerce.

5. Referencias

- [1] Abbamonte, K. (August 30, 2018). The psychology behind ecommerce shopping, and how you can use it to your advantage. Volusion. Retrieved from <https://www.volusion.com/blog/the-psychology-behind-ecommerce-shopping-and-how-you-can-use-it-to-your-advantage/>
- [2] Constantinides, E. (2018) Influencing the online consumer's behavior: the Web experience. *Internet research*. (14:2), pp 111-126.

- [3] Greene, P. G., Hart, M. M., Gatewood, E. J., Brush, C. G., & Carter, N. M. (2019). *Women entrepreneurs: Moving front and center: An overview of research and theory*. Routledge.
- [4] Hansen, J. (2021). *The power of emotional connections: How to create lifelong customers*.
- [5] Johnson, M. (2020). Optimizing emotional connections in the online experience. *Journal of Marketing Insights*, 15(3), 45-58.
- [6] Kelley, D., Brush, C., Greene, P., Litovsky, Y., & Herrington, M. (2017). *Global Entrepreneurship Monitor: 2016/2017 Women's Report*. Babson College, Smith College, and Korea Entrepreneurship Foundation.
- [7] Koufaris, M.(2003). Applying the technology acceptance model and flow theory to online consumer behavior, *Information systems research*. (13:2), pp 205-223.
- [8] Lee, P. (2002). Behavioral model of online purchasers in e-commerce environment. *Electronic Commerce Research*. (2:1), pp 75-85.
- [9] Magis, S, Zorfas, A; & Leemon, D. (November, 2015). The new science of customer emotions. *Harvard Business Review*. Retrieved from <https://hbr.org/2015/11/the-new-science-of-customer-emotions>
- [10] Marmureanu, R. (March 6, 2020). 22 Psychological triggers that helps you sell more online. 2checkout. Retrieved from <https://blog.2checkout.com/psychological-triggers-to-sell-more-online/>
- [11] McGaughey, R; & Mason, K. (1998). The Internet as a marketing tool. *Journal of Marketing Theory and Practice*. (6), pp 1-11.
- [12] Murad, H. S. (2018). Impact of storytelling on consumers' emotional responses and attitudes towards products. *International Journal of Business and Management*, 13(9), 1-14
- [13] Pavlou, P. A., & Fygenson, M. (2019). Understanding and predicting electronic commerce adoption: An extension of the theory of planned behavior. *MIS Quarterly*, 43(2), 673-696.
- [14] Reidl, L; Cuevas, C; López, R. (2010). *Métodos de Investigación en Psicología*. Universidad Nacional Autónoma de México. Retrieved from: <http://www.rua.unam.mx/objeto/7987/metodos-de-investigacion-en-psicologia>
- [15] Rickwood, C., and White, L. (2009). Pre-purchase decision-making for a complex service: retirement planning. *Journal of Services Marketing*. (23:3), pp 145-153.
- [16] Rickwood, C., and White, L. (2009). Pre-purchase decision-making for a complex service: retirement planning. *Journal of Services Marketing*. (23:3), pp 145-153.
- [17] Smith, A. (2019). Emotional connection and customer value: An analysis of purchasing metrics. *Journal of Consumer Behavior*, 24(4), 432-447.
- [18] Tussyadiah, I. P., & Zach, F. J. (2017). Engaging customers during the service process using smartphones. *Journal of Travel Research*, 56(6), 806-819.
- [19] Vesanen, J., & Kortelainen, S. (2017). Online consumer behavior in complex buying processes: A literature review. *Journal of Consumer Behaviour*, 16(2), 154-161
- [20] WeConnect International. (s.f). *Prosperare como mujer empresaria*. (Retrieved 31 December 2017). Retrieved from <https://weconnectinternational.org>

- [11] Zhang, T., Agarwal, R., & Lucas, H. (2011). The value of IT-enabled retailer learning: personalized product recommendations and customer store loyalty in electronic markets. *MIS Quarterly-Management Information Systems*. (35:4), p 859.

“Smart Industry”: hacia la identificación de retos de ciberseguridad

Ricardo Reyes, Carlos Domínguez, Miguel Ortiz, Mario Rodríguez, Ricardo Mendoza

Departamento de Sistemas y Computación. Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México)

ricardo.ra@aguascalientes.tecnm.mx; carlos.db@aguascalientes.tecnm.mx;
miguel.om@aguascalientes.tecnm.mx; mario.rd@aguascalientes.tecnm.mx;
mendozagric@aguascalientes.tecnm.mx

Resumen. Este artículo realizado a partir de un proceso de revisión sistemático de literatura, busca resaltar la necesidad de un enfoque integral para abordar los desafíos multidimensionales que son requeridos para mejorar las condiciones de ciberseguridad de las industrias inteligentes, abordando el estado del arte del intrincado panorama de amenazas y retos de ciberseguridad a los que se enfrentan las organizaciones que han adoptado tecnologías emergentes de la cuarta revolución industrial y ponen en riesgo sus operaciones. Los resultados de esta revisión tienen como objetivo, concienciar y motivar a las organizaciones en la incorporación de estrategias de seguridad adaptativas.

Palabras clave: Industria 4.0, Smart Industry, ciberseguridad, IoT, retos seguridad, industria inteligente.

1. Introducción

La Smart Industry (también conocida como industria 4.0) es un término originado en 2011 en Alemania como parte de una estrategia que permitiría que las industrias, a través de la adopción de nuevas tecnologías, pudiesen alcanzar una mayor productividad, eficiencia y conectividad. Este cambio de paradigma está impulsado por la integración de tecnologías avanzadas, automatización e intercambio de datos [1] [2]. Sin embargo, a medida que el panorama industrial se vuelve cada vez más digitalizado e interconectado, no se puede subestimar la importancia de medidas sólidas de ciberseguridad. Se ha realizado un proceso de revisión de literatura multi-vocal basado en la metodología propuesta Garousi [3], con el propósito de identificar los retos de seguridad que enfrentan las industrias inteligentes desde la perspectiva tanto de la comunidad científica de investigadores, así como entidades privadas y profesionales de la industria.

2. La ciberseguridad en la industria 4.0

La industria inteligente, representa una integración transformativa de tecnologías digitales como el Internet de las Cosas, Big Data, Computación en la Nube, Inteligencia artificial y Sistemas Ciber-Físicos [4]. Esta integración involucra una diversidad de desafíos de seguridad inherentes a cada tecnología, los cuales deben ser gestionados de manera conjunta en un ambiente de interoperabilidad dentro de la industria. Entre los principales retos de seguridad en el ámbito de la industria inteligente que han sido recabados del proceso de revisión de literatura se destacan los siguientes:

Control de acceso y autenticación. Las malas configuraciones y los controles de acceso y autenticación débiles amplifican los riesgos asociados a que personal no autorizado pueda obtener acceso a sistemas críticos, así como a datos confidenciales y sensibles. Este tipo de riesgos involucra seguridad lógica y física [5].

Vulnerabilidades en dispositivos del IoT. El internet de las cosas juega un factor importante en la industria 4.0, sin embargo, la gran variedad de dispositivos, la falta de estandarización, las malas prácticas en la gestión de actualizaciones, así como la rápida obsolescencia de este tipo de dispositivos pueden generar una mayor complejidad en la implementación de controles de seguridad e incrementar la posibilidad de explotación de vulnerabilidades [6] [7] [8] [2] [5].

Ataques a las redes de comunicaciones. La gran cantidad de datos que son transmitidos por dispositivos del IoT, dispositivos del borde de la red y servicios en la nube que son utilizados en la Industria 4.0, genera un alto atractivo para que los atacantes intenten comprometer la red a través de distintos tipos de ataques, con el objetivo de interceptar, manipular o interrumpir los flujos de datos, lo cual, podría comprometer el funcionamiento del sistema [9] [7] [8] [2].

Algoritmos de Inteligencia artificial. Los algoritmos de IA y ML son vitales para la toma de decisiones y la optimización de procesos en las organizaciones, sin embargo, estos modelos son susceptibles a distintos tipos de ataques que permitirían a un atacante manipular los datos de entrada, lo que podría ocasionar predicciones erróneas y disrupciones operacionales. Además, este tipo de tecnologías son complejas de administrar, por lo que establecer controles de seguridad adecuados resulta una tarea ardua [10].

Almacenamiento y procesamiento de datos. Los grandes volúmenes de información almacenados y procesados por tecnologías de Big Data son de alto interés para los atacantes, dado que poseen información confidencial y sensible. El acceso no autorizado a esta información podría resultar en el robo de secretos industriales, incumplimientos legales y regulatorios, afectaciones a la integridad de la información, así como daños económicos y reputacionales de la organización. [5].

Arquitecturas en la nube y en la niebla. Ambas tecnologías dependen de la intercomunicación de dispositivos y son utilizadas para el procesamiento de información dentro y fuera de la organización. Este tipo de arquitecturas suelen tener superficies de ataque complejas, debido a que involucran la implementación de controles de seguridad en múltiples recursos de la organización de diferentes capas, que están ubicados en distintas áreas geográficas y que además podrían involucrar comunicación con terceros. [2] [5].

Malware. El malware abarca una amplia variedad de software malicioso que ha sido diseñado para afectar a cada una de las tecnologías que componen a la industria 4.0,

potencialmente causando consecuencias graves. Los principales problemas que puede causar el malware es el robo de información a través de spyware, sistemas lentos y agotamiento de recursos provocados por virus y gusanos, acceso no autorizado a través de troyanos y puertas traseras, secuestro de información por virus tipo ransomware entre otros. [11]

Factores humanos. Las personas son uno de los factores más débiles dentro del contexto del área de ciberseguridad, por lo que son una opción viable para que un atacante utilice técnicas de ingeniería social para obtener información y acceso a sistemas internos. Los principales retos que involucran al factor humano son la necesidad de entrenamiento en ciberseguridad, así como la falta de mecanismos de control y monitoreo que podrían ayudar a una organización a detectar un error humano o incluso un comportamiento malicioso intencional de un usuario legítimo. [7] [12] [13].

Ataques sofisticados. El panorama de las amenazas cibernéticas está en constante evolución y los atacantes utilizan técnicas avanzadas para intentar vulnerar cada uno de los nodos de una superficie de ataque, a través de ataques sofisticados como ataques persistentes avanzados (APT) y la explotación de vulnerabilidades de día cero [7].

Está claro que el panorama general de los retos de ciberseguridad a los que se enfrentan las organizaciones día a día representa una superficie de ataque preocupante y requiere de contramedidas de seguridad en cada uno de los componentes de la industria inteligente. Sin embargo, es importante resaltar que a pesar de los esfuerzos mundiales en distintas áreas para combatir estos problemas, no existe una solución o conjunto de soluciones infalibles en el ámbito de la ciberseguridad, por lo que es importante que las industrias actuales adopten distintas estrategias que les permitan alcanzar un estado de ciber-resiliencia, lo que refiere a la capacidad de una organización para anticipar, resistir, adaptarse y recuperarse de amenazas cibernéticas minimizando el impacto en las operaciones, los datos y la reputación [11].

3. Conclusiones y trabajos futuros

La Industria 4.0 está revolucionando la forma en que operan las industrias, ofreciendo un inmenso potencial para el aumento de la eficiencia y la innovación. Sin embargo, la rápida digitalización y conectividad también dan lugar a una serie de desafíos de ciberseguridad que exigen atención inmediata. [14] Abordar estas preocupaciones requiere un enfoque integral y proactivo que incluya autenticación robusta, encriptación, controles de acceso, capacitación de empleados, planificación de respuesta a incidentes y colaboración entre TI y equipos operativos. A medida que continua la adopción y evolución de esta era de transformación, es imperativo que las organizaciones den prioridad a las operaciones de ciberseguridad para explotar todos sus beneficios. En el futuro, se planea analizar las estrategias para la prevención, detección y respuesta ante incidentes de ciberseguridad en la industria inteligente, con el propósito de generar un conjunto de guías y buenas prácticas de seguridad que puedan ser de utilidad para que las organizaciones logren un mayor nivel de resiliencia en ciberseguridad.

4. Referencias

- [1] X. Xu, Y. Lu, B. Vogel-Heuser and L. Wang, "Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception," *Journal of Manufacturing Systems*, vol. Volume 61, pp. 530 - 535, 2021.
- [2] S. B. ElMamy, H. Mrabet, H. Gharbi, A. Jemai and D. Trentesaux, "A Survey on the Usage of Blockchain Technology for Cyber-Threats in the Context of Industry 4.0," *Sustainability*, vol. 12, 2020.
- [3] V. Garousi, M. Felderer and M. V. Mäntylä, "Guidelines for including grey literature and conducting multivocal literature reviews in software engineering," *Information and Software Technology*, vol. 106, pp. 101-121, 2019.
- [4] A. Naanani and N. Masaif, "Security in Industry 4.0 : Cyber-attacks and countermeasures," *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, vol. 12, p. 6504–6512, 2021.
- [5] J. Rubio, R. Roman and J. Lopez, "Analysis of Cybersecurity Threats in Industry 4.0: The Case of Intrusion Detection," *Critical Information Infrastructures Security*, vol. 10707, pp. 119-130, 2018.
- [6] N. Benias and A. P. Markopoulos, "A review on the readiness level and cyber-security challenges in Industry 4.0," *South Eastern European Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference*, pp. 1 - 5, 2017.
- [7] K. Tsiknas, D. Taketzis, K. Demertzis and C. Skianis, "Cyber Threats to Industrial IoT: A Survey on Attacks and Countermeasures," *IoT*, vol. 2, pp. 163-186, 2021.
- [8] L. L. Dhirani, E. Armstrong and T. Newe, "Industrial IoT, Cyber Threats, and Standards Landscape: Evaluation and Roadmap," *Sensors*, vol. 21, 2021.
- [9] M. Humayun, N. Jhanjhi, M. N. Talib, M. H. Shah and G. Sussendran, "Industry 4.0 and Cyber Security Issues and Challenges," *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, vol. 12, pp. 2957-2971, 2021.
- [10] A. Bécue, I. Praça and J. Gama, "Artificial intelligence, cyber-threats and Industry 4.0: challenges and opportunities," *Artificial Intelligence Review*, vol. 54, p. pages 3849–3886, 2021.
- [11] M. J. Lees, M. Crawford and C. Jansen, "Towards Industrial Cybersecurity," *IFAC PAPersOnLine*, pp. 756-761, 2018.
- [12] A. Angelopoulos, E. T. Michailidis, N. Nomikos, P. Trakadas, A. Hatziefremidis, S. Voliotis and T. Zahariadis, "Tackling Faults in the Industry 4.0 Era—A Survey of Machine-Learning Solutions and Key Aspects," *Sensors*, vol. 20, 2020.
- [13] A. Clim, "Cyber Security Beyond the Industry 4.0 Era. A Short Review on a Few Technological Promises," *Academy of Economic Studies*, vol. 23, no. 2, pp. 34-44, 2019.

- [14] M. Lezzi, M. Lazoi and A. Corallo, "Cybersecurity for Industry 4.0 in the current literature: A reference framework," *Computers in Industry*, vol. 103, pp. 97 - 110, 103.

Impacto de la tecnología blockchain en la gobernanza de redes sociales: un mapeo sistemático de la literatura

Joaquín Cerviño¹, Hernán Merlino^{1,2}

¹ Programa de Maestría, Ingeniería en Sistemas de Información, Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional (Argentina)
jcervino@frba.utn.edu.ar

² Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería. Laboratorio de Sistemas de Información Avanzados (Argentina)
hmerlino@fi.uba.ar

Resumen. El advenimiento de los contratos inteligentes, que permiten la ejecución de procesos lógicos sobre la blockchain, introdujo nuevos casos de uso por fuera de la transferencia de dinero digital. Uno de ellos es el diseño de modelos de gobernanza en los cuales se utilizan billeteras virtuales y tokens para la votación concerniente a la toma de decisiones, en algunos casos a través de un modelo denominado Organización Autónoma Descentralizada. Para poner en perspectiva el impacto de dicho fenómeno sobre comunidades digitales, se considera el análisis de este tipo de gobernanza sobre redes sociales. En este trabajo se realiza un mapeo sistemático de la literatura para identificar el estado de cuestión del impacto de la gobernanza mediante blockchain y Organizaciones Autónomas Descentralizadas sobre redes sociales. El análisis de publicaciones pertinentes a la temática tiene por motivación definir cuáles son los desafíos, problemas y ventajas de la utilización de dicho sistema de gobernanza. Se concluye que el caso de uso es de desarrollo incipiente, aspecto que expone diversas problemáticas concernientes al mismo que todavía no fueron lo suficientemente investigadas. También se observa que la implementación de Organizaciones Autónomas Descentralizadas no es el modelo más utilizado.

Palabras clave: Gobernanza, blockchain, redes sociales, Organización Autónoma Descentralizada.

1. Introducción

La blockchain es una base de datos distribuida que mantiene un número de registros constituidos en bloques, que aumentan continuamente. Una de sus características más destacables es su naturaleza distribuida y redundante que le otorga seguridad y resistencia a la censura [1]. Inicialmente, el uso de la misma se adoptó como un sistema de transferencia de dinero digital a través de Bitcoin [2], con la particularidad que el mismo no depende de un ente centralizado, como antes lo fuera un banco, para proveer dicho servicio. Debido al desarrollo de los denominados contratos inteligentes [3], inicialmente dado en la blockchain llamada Ethereum [4], la

tecnología blockchain está abarcando aspectos más complejos y diversos. Entre los mismos se pueden destacar las finanzas descentralizadas, la creación de activos digitales fungibles o no fungibles y sistemas de gobernanza descentralizados. El actual trabajo, hará particular énfasis en el análisis de los sistemas de gobernanza a través de sus implementaciones: las Organizaciones Autónomas Descentralizadas (DAO por sus iniciales en inglés) [5]. Como estas últimas son utilizadas para numerosos fines, se considera pertinente focalizar el impacto de las mismas sobre un paradigma ya establecido y estudiado, esto es, sobre la gobernanza de redes sociales.

Las redes sociales, o *social network* u *online social media* en inglés pueden ser caracterizadas como un conjunto de servicios web. Estos permiten a sus usuarios construir un perfil público o semipúblico dentro de un sistema cerrado [6]. Las redes sociales pueden ser utilizadas por los usuarios con fines personales, pero también permiten la transmisión, replicación y discusión de noticias. En este aspecto son homólogas a los medios de comunicación tradicionales. Consecuentemente, se puede afirmar que así como son de interés común para una sociedad los medios de comunicación, también lo son las redes sociales [7]. Se puede inferir que la gobernanza de dichas redes sociales es de interés público, trasciende el aspecto meramente regulatorio y a su vez introduce problemáticas. Estas plataformas plantean un desafío al momento de intentar regularse por su naturaleza transnacional, su ambiguo estatus institucional y la capacidad de permitir la expresión de comportamientos emergentes por parte de la comunidad de usuarios [8]. A su vez, el funcionamiento de las mismas tiene un impacto real sobre los derechos individuales de los usuarios, que pueden ver sus libertades coartadas por decisiones de los administradores de la plataforma [9].

Se considera de particular interés analizar si los sistemas de consenso para la toma de decisiones propuestos por la tecnología blockchain pueden dar una respuesta superadora a la gobernanza de las redes sociales. Consecuentemente, se plantea como objetivo del trabajo elaborar un estado de la cuestión del impacto de la tecnología blockchain en la gobernanza de redes sociales. En este artículo se presenta un mapeo sistemático de la literatura (SMS). Para realizar el mismo se siguieron los lineamientos propuestos por Kitchenham et al. [10].

2. Mapeo Sistemático de la Literatura

2.1. Planificación del SMS

En la presente sección se detalla el protocolo de revisión del SMS: preguntas de investigación (PI), estrategia de búsqueda, criterios de inclusión y exclusión, proceso de selección, estrategia de extracción y síntesis de datos. El objetivo del SMS es dar respuesta a la pregunta de investigación (PI): *¿Cuál es el estado del arte respecto a la gobernanza de redes sociales a través de la blockchain?* Se considera que dicha pregunta principal puede desglosarse en una serie de sub-preguntas que son detalladas a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1. Preguntas de investigación (PI) y motivación.

Preguntas de investigación (PI)	Motivación
P1: ¿Qué tipos de contribuciones existen con respecto a la gobernanza de redes sociales mediante blockchain?	Encontrar y comprender qué tipo de aportes otorgan en cuanto a el análisis de gobernanza de redes sociales a través de la blockchain.
P2: ¿Es utilizada una Organización Autónoma Descentralizada para implementar la gobernanza a través de la blockchain?	Relevar implementaciones de DAO en publicaciones relacionadas con la temática.
P3: ¿Qué redes sociales hacen uso de este tipo de gobernanza?	Analizar estudios realizados sobre redes sociales que empleen la blockchain en su gobernanza.
P4: ¿Qué tipos de investigación existen en los artículos?	Identificar los tipos de investigación de acuerdo con la taxonomía propuesta en [11]

La búsqueda de los artículos de congresos y revistas se realizó en repositorios de literatura académica IEEE Xplore, ACM y Scopus. Los mismos se especializan en literatura técnica y de ingeniería. El período estipulado de búsqueda se retrotrae a 5 años previos al momento de realizar la misma. En este sentido, ya que aquella se hizo en noviembre de 2022, se consideran artículos comprendidos entre esa fecha y 2018.

La elaboración de la cadena de búsqueda tuvo como objetivo poder englobar los dos aspectos más importantes de la investigación para que la existencia de la misma en los artículos retribuidos sea de carácter excluyente. En su forma definitiva es:

(*dao OR decentralized autonomous organization*) OR (*blockchain OR distributed ledger technologies*) AND (*social media OR social media governance or social media platform*)

Los criterios de inclusión y exclusión se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión.
I1. Dado el caso en que varios artículos de un mismo autor contemplen la misma investigación, se considerará el más completo y reciente.
I2. Artículos en idioma inglés.
I3. Artículos publicados entre 2018 y 2022.
I4. Artículos que contengan cadenas candidatas en el título, palabras clave y/o en el resumen.
I5. Se considera la inclusión de <i>preprints</i> y <i>whitepapers</i> .
Criterios de exclusión.
E1. Artículos cuya temática sea ajena a la planteada.
E2. Artículos donde se enfoque la gobernanza de redes sociales sin relación con blockchain.
E3. Artículos vinculados con la blockchain pero sin relación con la gobernanza.
E4. Artículos que analizan gobernanza relacionada al consenso de mineros o decisiones sobre la blockchain.
E5. Tesis doctorales, presentaciones en PowerPoint.

El proceso de selección de los estudios consistió en los siguientes pasos: 1) realizar la búsqueda en las fuentes definidas aplicando la cadena en el título y/o en el resumen, 2) eliminar los artículos duplicados, 3) aplicar los criterios de inclusión y exclusión y 4) aplicar los criterios de inclusión y exclusión al texto completo.

Para dar respuesta a cada una de las preguntas de investigación (PI) se definió un esquema de clasificación, que por restricciones de espacio se presenta en la Tabla 1 del apéndice [12], junto con el formulario de extracción de datos presentado en la Tabla 2. Se utiliza una síntesis temática basada en el esquema de clasificación que se representará a través de tablas.

2.2. Ejecución del SMS

En esta sección se presenta la búsqueda realizada en las bibliotecas digitales y la selección de estudios primarios de acuerdo con lo definido en el protocolo de revisión del SMS. Se aplicó la cadena de búsqueda en las librerías con algunas adecuaciones necesarias en función de las particularidades de cada una (Ver apéndice, Tabla 3) [12]. De un total de 474 artículos encontrados, se analizaron 40 estudios primarios. El listado de los estudios primarios analizados se presenta en la Tabla 4 del apéndice [12].

3. Resultados

En la Tabla 3 se presenta una síntesis de los resultados del análisis de los estudios primarios sobre la base de lo establecido en el esquema de clasificación definido (Ver apéndice, Tabla 1) [12]. A continuación, se pretende dar respuesta a las preguntas de investigación en base al material recolectado.

Tabla 3: Listado de estudios primarios analizados.

Resultados por cada PI				
ID	Contribución (P11)	¿Utiliza DAO? (P12)	Redes sociales analizadas (P13)	Tipo de Investigación (P14)
[EP1]	Modelo	Sí	Steemit, Hive, Sapiens, Minds	Propuesta solución
[EP2]	Framework	No	NC	Evaluación
[EP3]	Métrica	Sí	Steemit	Validación
[EP4]	Modelo	Sí	NC	Propuesta solución
[EP5]	Framework	No	NC	Evaluación
[EP6]	Framework	No	NC	Evaluación
[EP7]	Framework	No	Steemit, Indorse, Peepeth, Minds	Filosófico
[EP8]	Framework	Sí	NC	Filosófico
[EP9]	Framework	No	NC	Evaluación
[EP10]	Modelo, Arquitectura	No	NC	Filosófico
[EP11]	Framework	No	Helios	Propuesta solución

Resultados por cada PI				
ID	Contribución (P11)	¿Utiliza DAO? (P12)	Redes sociales analizadas (P13)	Tipo de Investigación (P14)
[EP12]	Framework	No	NC	Filosófico
[EP13]	Framework	No	NC	Filosófico
[EP14]	Modelo	No	Steemit	Evaluación
[EP15]	Modelo	No	Helios	Propuesta solución
[EP16]	Métrica	No	Steemit, Indorse, Sapien, SocialX	Experiencia personal
[EP17]	Modelo, Arquitectura	No	NC	Validación
[EP18]	Framework	No	NC	Evaluación
[EP19]	Framework	No	NC	Evaluación
[EP20]	Etnografía	No	NC	Filosófico
[EP21]	Framework	Sí	NC	Filosófico
[EP22]	Framework	Sí	NC	Filosófico
[EP23]	Framework	No	Steemit	Propuesta solución
[EP24]	Modelo	No	NC	Propuesta solución
[EP25]	Modelo	No	NC	Evaluación
[EP26]	Métrica	Sí	NC	Experiencia personal
[EP27]	Framework	Sí	NC	Filosófico
[EP28]	Modelo, Arquitectura	Sí	NC	Filosófico
[EP29]	Framework	Sí	NC	Propuesta solución
[EP30]	Modelo	No	NC	Propuesta solución
[EP31]	Modelo	No	NC	Propuesta solución
[EP32]	Framework	No	NC	Evaluación
[EP33]	Modelo	Sí	Steemit	Filosófico
[EP34]	Modelo	No	NC	Filosófico
[EP35]	Modelo	Sí	NC	Filosófico
[EP36]	Framework	Sí	NC	Propuesta solución
[EP37]	Framework	Sí	NC	Evaluación
[EP38]	Modelo	Sí	Steemit	Filosófico
[EP39]	Modelo, Arquitectura	Sí	NC	Propuesta solución
[EP40]	Modelo	Sí	NC	Propuesta solución

3.1. P11 ¿Qué tipos de contribuciones existen con respecto a la gobernanza de redes sociales mediante blockchain?

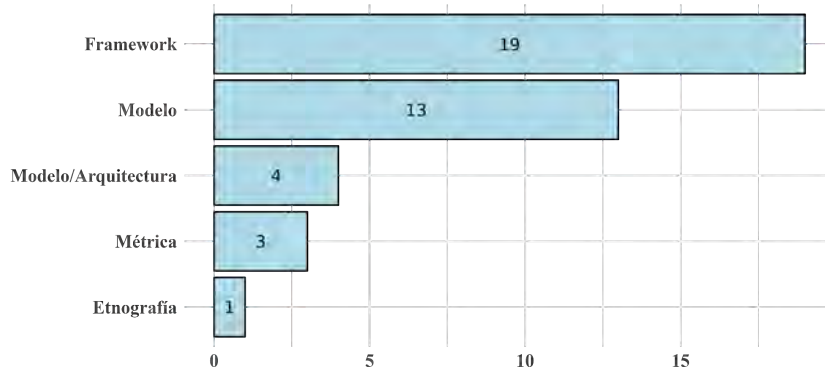
Los artículos relevados cuentan con contribuciones en Framework, Modelos, Modelos y Arquitectura, Métrica y Etnografía. En la Figura 1, se observan las cantidades reportadas por categoría. El aporte más numeroso es el de Frameworks conceptuales para el diseño o desarrollo del caso de uso estudiado. Éstos representan un total de 19 artículos. Estos son: Bellini et al. [EP2], Chen et al. [EP5], Colomo-Palacios et al.[EP6], Freni et al. [EP7], Frey [EP8], Gad et al. [EP9], Guidi et al. [EP11], Gritsenko y Wood [EP12], Jacobs et al. [EP13], Lu et al. [EP18], Lu

[EP19], Nabben [EP21, EP22], Nguyen et al. [EP23], Rozas et al. [EP27], Schneider et al. [EP29], Upadhyay [EP32], Zhang et al. [EP36] y Zhao et al. [EP37].

De los restantes 13 artículos basan su contribución en Modelos. Éstos son: Ba [EP1], Chen y Cho [EP4], Kiayias et al. [EP14], Koidl [EP15], Norta et al. [EP24], Pan y Deng [EP25], Tang et al. [EP30], Wang et al. [EP33], Wilkins et al. [EP34], Zhan et al. [EP35], Zheng y Boh [EP38] y Zichichi et al. [EP40].

Adicionalmente, 4 artículos aportan con Modelo y Arquitectura, siendo éste el caso de García y Gil [EP10], Liu [EP17], Shapiro y Talmon [EP28], Zichichi et al. [EP39]. De los restantes, 3 contribuyen con Métricas: Chang [EP3], Li et al. [EP16], Rennie [EP26]; mientras que 1 lo hace con una etnografía: Lustig [EP20].

Fig. 1. Contribuciones de artículos analizados en el SMS.



3.2. PI2 ¿Es utilizada una Organización Autónoma Descentralizada para implementar la gobernanza a través de la blockchain?

De los 40 artículos primarios, 16 analizan la gobernanza a través de la blockchain mediante una Organización Autónoma Descentralizada. Estos son: Ba [EP1], Chang [EP3], Chen y Cho [EP4], Frey [EP8], Nabben [EP21, EP22], Rennie [EP26], Rozas et al. [EP27], Shapiro y Talmon [EP28], Schneider et al. [EP29], Wang et al. [EP33], Zhan et al. [EP35], Zhang et al. [EP36], Zhao et al. [EP37] y Zichichi et al. [EP39, EP40].

3.3. PI3 ¿Qué redes sociales hacen uso de este tipo de gobernanza?

De los artículos analizados, 8 analizan el caso de la red social *Steemit*. Estos son Ba et al. [EP1], Chang [EP3], Freni et al. [EP7], Kiayias et al. [EP14], Li et al. [EP16], Nguyen et al. [EP23], Wang et al. [EP33], Zheng y Boh [EP38]. 2 artículos analizan la red social HELIOS: Guidi et al. [EP11] y Koidl [EP15]; otros 2, la red social Indorse: Freni et al. [EP7] y Li et al. [EP16]; y otros 2, la red social *Sapien*: Ba et al. [EP1] y Li et al. [EP16]. Otras redes sociales reportadas son *SocialX* en Li et al. [EP16]; *Peepeth*, *Minds* en Freni et al. [EP3].

3.4. PI4 ¿Qué tipos de investigación existen en los artículos?

En la Tabla 4 se incluyen los artículos de acuerdo a la categoría estipulada en taxonomía propuesta en [11].

Tabla 4. Tipos de investigación.

Tipo de investigación	Artículos
Filosófico (n = 14)	Freni et al. [EP7], Frey et al. [EP8], García y Gil [EP10], Gritsenko y Wood [EP12], Jacobs et al. [EP13], Lustig [EP20], Nabben [EP21, EP22], Rozas et al. [EP27], Shapiro y Talmon [EP28], Wang et al. [EP33], Wilkins et al. [EP34], Zhan et al. [EP35], Zheng y Boh [EP38].
Propuesta solución (n = 12)	Ba et al. [EP1], Chen y Cho [EP4], Guidi et al. [EP11], Koidl [EP15], Nguyen et al. [EP23], Norta et al. [EP24], Schneider et al. [EP29], Tang et al. [EP30], Udokwu y Norta [EP31], Zhang et al. [EP36], Zichichi et al. [EP39, EP40]
Evaluación (n = 10)	Bellini et al. [EP2] , Chen et al. [EP5], Colomo-Palacios et al. [EP6], Gad et al. [EP9], Kiayias et al. [EP14], Lu et al. [EP18], Lu [EP19], Pan y Deng [EP25], Upadhyay [EP32], Zhao et al. [EP37]
Experiencia personal (n = 2)	Li et al. [EP16] ,Rennie [EP26]
Validación (n = 2)	Chang [EP3],Liu [EP17]

4. Conclusiones y futuras líneas de investigación

A partir del análisis de los estudios primarios, se puede concluir que numerosos autores estiman que la gobernanza a través de la blockchain puede tener un impacto sobre la gobernanza de redes sociales. Los artículos analizados reportan implementaciones, modelos y conceptualizaciones que buscan unir lo que se conoce como red social con la blockchain, procurando vincular los aspectos más positivos de ambas tecnologías para arribar a una solución superadora. De todas formas, cabe destacar que las implementaciones existentes no son de adopción masiva y se encuentran en estadios de desarrollo incipientes. Esto último impide determinar de forma concluyente si la aplicación de la gobernanza a través de la blockchain puede mejorar el funcionamiento de las redes sociales.

La implementación de Organizaciones Autónomas Descentralizadas no es mayoritaria en los artículos analizados. Sin embargo, numerosos autores se manifiestan a favor de la adopción de gobernanza de redes sociales mediante blockchain. Éstos afirman que este cambio de paradigma puede aportar a que el usuario asuma un rol más participativo sobre la toma de decisiones en la plataforma que utiliza, hecho que tendría un impacto positivo sobre el uso de dichas plataformas. Cabe destacar, sin embargo, que un alto grado de participación puede generar nuevos problemas, como por ejemplo que los usuarios voten la eliminación de normas positivas para una plataforma.

Existen cuatro dominios específicos donde se pueden enumerar áreas de vacancia: tecnológico, social, seguridad y legal. En el dominio tecnológico se puede nombrar que la creación de sistemas de reputación de usuarios presenta oportunidades de investigación. También existe una vacancia en el estudio de diseños mixtos que integren blockchain con otras bases de datos. En el aspecto relacionado a la seguridad se puede destacar que la auditoría de contratos inteligentes y la estrategias de defensa ante usos maliciosos del sistema de toma de decisiones se presentan como temáticas de estudio relevante. El aspecto social y legal presenta oportunidades para el estudio del impacto de dichos sistemas sociotécnicos en comunidades digitales a nivel etnográfico y normativo.

5. Referencias

- [1] O. Ali, A. Jaradat, A. Kulakli, y A. Abuhalmeh, «A comparative study: blockchain technology utilization benefits, challenges and functionalities», *IEEE Access*, vol. 9, pp. 12730-12749, 2021.
- [2] S. Nakamoto, «Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system», *Decentralized Bus. Rev.*, p. 21260, 2008.
- [3] N. Szabo, «Formalizing and securing relationships on public networks», *First Monday*, 1997.
- [4] G. Wood, «Ethereum: A secure decentralised generalised transaction ledger», *Ethereum Proj. Yellow Pap.*, vol. 151, n.º 2014, pp. 1-32, 2014.
- [5] Q. DuPont, «Experiments in algorithmic governance: A history and ethnography of “The DAO,” a failed decentralized autonomous organization», en *Bitcoin and Beyond*, Routledge, 2017.
- [6] D. M. Boyd y N. B. Ellison, «Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship», *J. Comput.-Mediat. Commun.*, vol. 13, n.º 1, pp. 210-230, 2007, doi: 10.1111/j.1083-6101.2007.00393.x.
- [7] P. M. Napoli, «Social media and the public interest: Governance of news platforms in the realm of individual and algorithmic gatekeepers», *Telecommun. Policy*, vol. 39, n.º 9, pp. 751-760, 2015.
- [8] T. Flew, «Social media governance», *Soc. Media Soc.*, vol. 1, n.º 1, p. 2056305115578136, 2015.
- [9] N. Suzor, «Digital constitutionalism: Using the rule of law to evaluate the legitimacy of governance by platforms», *Soc. Media Soc.*, vol. 4, n.º 3, p. 2056305118787812, 2018.
- [10] B. Kitchenham, O. P. Brereton, D. Budgen, M. Turner, J. Bailey, y S. Linkman, «Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review», *Inf. Softw. Technol.*, vol. 51, n.º 1, pp. 7-15, 2009.
- [11] R. Wieringa, N. Maiden, N. Mead, y C. Rolland, «Requirements engineering paper classification and evaluation criteria: A proposal and a discussion», *Requir Eng*, vol. 11, pp. 102-107, mar. 2006, doi: 10.1007/s00766-005-0021-6.
- [12] J. Cervino y H. Merlino, «Apéndice. Impacto de la tecnología blockchain en la gobernanza de redes sociales: un mapeo sistemático de la literatura», ago. 2023, doi: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.24033492.v1>.

Prototipo para la detección de la proteinuria con el internet de las cosas

María Magdalena Becerra-López¹, Fernando Robles-Casillas¹, Javier Mascorro-Pantoja¹, Caritina Ávila-López¹, David Rosas-Vara², Dulce Madrigal-Reyes¹, Marco Aurelio García-Ochoa¹, Edgar Armando Díaz-Casillas¹, Kevin Brian Macías-Duron¹

¹ Departamento de Sistemas y Computación. Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Aguascalientes (México)

² Departamento de Ciencias Básicas. Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Aguascalientes (México)

mbecerra@aguascalientes.tecnm.mx; fernando.rc@aguascalientes.tecnm.mx;
Javier.Mascorro@aguascalientes.tecnm.mx; caritina.al@aguascalientes.tecnm.mx;
david.rv@aguascalientes.tecnm.mx; 19151742@aguascalientes.tecnm.mx;
19151750@aguascalientes.tecnm.mx; 19151731@aguascalientes.tecnm.mx;
19151764@aguascalientes.tecnm.mx

Resumen. Las Enfermedades Renales Crónicas (ERC) se han descrito como las más olvidadas de México, sin embargo, representan un grave problema de salud pública en el país y alrededor del mundo, debido a que son asociadas a las enfermedades crónicas de mayor prevalencia en la población como lo son la diabetes e hipertensión, además de ser la segunda causa de muerte en Latinoamérica. A medida que las ERC avanzan, uno de los indicadores importantes que los especialistas evalúan es la presencia de proteína, la cual se refiere al nivel anormal de proteínas en la orina indicando la incapacidad que tienen los riñones para pasar proteínas al torrente sanguíneo y puede apuntar a problemas renales. Para abordar de manera precisa la medición de la proteinuria en la orina se hace uso de la espectroscopia, una técnica que detecta la emisión o absorción de radiación por una sustancia. En el contexto de las enfermedades renales y del presente proyecto, para poder medir la proteína en la orina, es importante mencionar que la técnica implementada es la espectroscopía de infrarrojo cercano (NIRS), la cual se distingue por su capacidad de ajustarse a cualquier implementación en donde se requiera usarse, lo que facilita obtener un análisis rápido y preciso. Con la integración de la técnica NIRS en el campo médico, se pueden crear avances significativos en biotecnología y salud, ayudando a millones de personas a poder detectar enfermedades a una edad temprana. Uno de estos avances es la presente herramienta tecnológica innovadora capaz de medir, caracterizar y dar seguimiento a la capacidad funcional del riñón, acompañado de una aplicación móvil que presenta los resultados a través de gráficos que permite un seguimiento continuo de la salud renal.

Palabras clave: Biomedicina. Biotecnología. Enfermedades Renales Crónicas (ERC). Espectroscopia por infrarrojo cercano (NIRS). Proteinuria.

1. Introducción

Las ERC son la resultante de diversas enfermedades crónico-degenerativas, fenómeno que ocurre de manera similar en todo el mundo y que, lamentablemente, conduce hacia un desenlace fatal si no es tratada. Las cifras de morbilidad y mortalidad son alarmantes; en México, ésta es una de las principales causas de atención en hospitalización y en los servicios de urgencias pues es considerada una enfermedad catastrófica debido al número creciente de casos, altos costos de inversión, recursos de infraestructura y humanos limitados, la detección tardía y las altas tasas de morbilidad y mortalidad en programas de sustitución. Sabemos que México consta de 126.7 millones de habitantes y, hasta el momento, no se ha establecido un registro de pacientes con ERC, por lo que se desconoce el número preciso de pacientes en cualquiera de sus estados, los grupos de edad y sexo más afectados, así como el comportamiento propio de los programas [1].

Se estima una incidencia de pacientes con insuficiencia renal crónica (IRC) de 377 casos por millón de habitantes y la prevalencia de 1,142; cuenta con alrededor de 52,000 pacientes en terapias sustitutivas, de los cuales el 80% de los pacientes son atendidos en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) [2].

Al tener esta gran problemática en la sociedad mexicana, resulta fundamental apoyar los esfuerzos para crear las capacidades y la infraestructura que permitan la participación adecuada del país en las grandes tendencias y áreas estratégicas en los ámbitos de tecnología y de la salud. La biotecnología puede ser una extraordinaria contribución para lograr el tránsito de una nación fundamentalmente maquiladora, hacia un país que sea también productor de tecnología y de material biológico de alto valor agregado, para consumo nacional y para exportación [3].

La investigación y la creación de dispositivos biotecnológicos especializados en problemas renales desarrollados en México beneficia de una manera exponencial y coloca en el mapa a México como uno de los países que, apuesta en el desarrollo de ésta, con el objetivo de mitigar problemas sociales que día con día son más comunes y fatales.

La creación de un sistema para la detección de la proteinuria tiene como objetivo abordar de cierta forma este problema, creando una herramienta tecnológica capaz de medir, caracterizar y dar seguimiento a la capacidad funcional del riñón, midiendo la proteinuria, por medio de la técnica espectroscópica infrarrojo cercano, de manera pronta y confiable [4].

Implementando la espectroscopia se muestran los datos por medio de gráficas que se ven reflejadas a través de una aplicación móvil desarrollada con el mismo fin, obteniendo los picos al momento de encontrar proteína en la orina, pero es esencial mencionar que, para obtener estos datos más finos, es importante aplicar filtros para solo obtener los datos que se buscan o los más importantes para determinar en si una persona es propensa o ya tiene problemas en los riñones.

2. Contenido

La ERC es una patología que afecta al correcto funcionamiento de los riñones; una de sus funciones es la de purificar la sangre y el organismo a través de una sustancia que es denominada orina, expulsando los desechos y sustancias nocivas [5].

Las enfermedades renales crónicas tienen un impacto indirecto en la morbilidad y mortalidad global al aumentar el porcentaje de riesgo de padecer otras patologías importantes, como, enfermedades del corazón, diabetes, hipertensión, infección por el virus de inmunodeficiencia humana (VIH) y malaria [6].

En México, estudios estimaron una prevalencia de enfermedad renal de 12.2 por ciento y 51 defunciones por cada 100 mil habitantes; en la mayoría de los casos se puede prevenir por hipertensión y diabetes mal controladas, así como obesidad u otros padecimientos crónicos, informó el secretario de Salud, Jorge Alcocer Varela [7].

A medida que la ERC avanza, uno de los indicadores importantes que los especialistas evalúan es la presencia de proteína. La proteinuria se refiere al nivel anormal de proteínas en la orina, esto puede hacer que adquiera un aspecto espumoso o jabonoso, además, la proteinuria es definida por tener concentraciones en la orina superiores a 150 mg en un periodo de 24 horas, lo cual indica la incapacidad que tiene los riñones para pasar proteínas al torrente sanguíneo y podría apuntar a problemas renales [8].

Para abordar de manera precisa la medición de la proteinuria en la orina y su relación con la ERC, se recurre a técnicas analíticas avanzadas. En este contexto, la espectroscopia emerge como una técnica valiosa. La espectroscopia, es una técnica que detecta la emisión o absorción de radiación por una sustancia; esta examina la dispersión o filtración de luz por parte de un objeto, para después descomponer la luz en diferentes longitudes de onda, que pueden ser visibles o no visibles. [9] En este caso en específico, la espectroscopia se convierte en el enfoque clave para medir la proteína en la orina y su relación con la función renal usando como base principal el espectro infrarrojo de la proteína que se muestra en la Fig.1 [10].

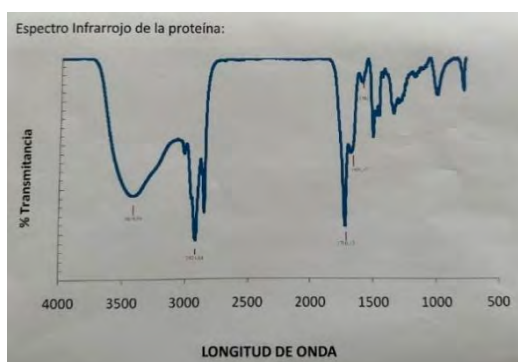


Fig. 1 Espectro infrarrojo de la proteína

Además, existen estudios que respaldan la efectividad de esta técnica al demostrar su capacidad para brindar información crucial sobre estas condiciones. Una de las múltiples ventajas que ofrece es mostrar investigaciones sobre la salud humana,

destacando la detección de lesiones tempranas en el sistema nervioso no invasivo, donde detecta tumores benignos o malignos, así como la cantidad de sangre que puede fluir en el sistema nervioso. Otra gran participación de esta técnica es un estudio que permite conocer las funciones del cerebro, aumentando los hallazgos de una resonancia magnética, la duración del proceso puede variar entre 45 y 60 minutos, dependiendo de la complejidad del caso. Con la implementación de esta técnica en estos estudios médicos, la posiciona como una opción viable en comparación con otras técnicas, proporcionando diagnósticos más completos y precisos en el campo de la salud [11].

En el contexto de las enfermedades renales, para poder medir la proteína en la orina, es importante mencionar que la técnica a implementar es la NIRS. La NIRS funciona emitiendo un haz de luz al material biológico. Esta técnica se aprovecha particularmente del espectro infrarrojo cercano, que abarca de 750 a 2.600 nanómetros, las vibraciones de enlaces entre átomos en la muestra absorben selectivamente ciertas longitudes de onda, lo que permite generar datos analíticos precisos [12].

La tecnología NIRS se distingue por su capacidad de ajustarse a cualquier implementación en donde se requiere usarse, lo que facilita obtener un análisis rápido y preciso, gracias a los sobre tonos y bandas de distintos grupos químicos, se obtienen datos específicos sobre la estructura química de la muestra.[13] Uno de los procedimientos más utilizados en NIRS es la transflexión, que tiene como finalidad evaluar propiedades de absorción en líquidos y geles mediante un reflector colocado detrás de la muestra, así captando la luz no absorbida; esta técnica, en particular, resulta de gran ayuda para analizar sustancias líquidas [14].

La aplicación de la técnica NIRS en el estudio de la proteína en la orina y su vínculo con la función renal es respaldada por estudios que demuestran su capacidad para brindar información precisa y relevante. La adaptación que tiene la técnica NIRS, en su enfoque específico en la gama de infrarrojo cercano se puede comprobar que cumple con los requisitos de mediciones y análisis necesarios en este contexto médico. La implementación de la técnica NIRS en el campo médico, logra ocupar un lugar en la contribución a los avances biotecnológicos.

La biotecnología es un campo del conocimiento que tiene gran impacto en diversas áreas de la vida humana y, en este caso, participa en el área médica. En lo que concierne a la salud, la biotecnología juega un papel fundamental en aplicaciones diagnósticas y terapéuticas. Existe un campo en la biotecnología que se especializa en el campo médico, llamado biotecnología roja que comprende nuevos enfoques terapéuticos como terapia celular, terapia genética e ingeniería de tejidos, e incluso la producción de proteínas y algunas vacunas para el tratamiento de las muchas enfermedades que existen alrededor del mundo, englobando diversos sectores como el farmacéutico, la investigación biomédica y tecnologías médicas [15].

Por este motivo, la biotecnología ha progresado más que cualquier otra disciplina científica y tecnológica en las últimas dos décadas, pues logra ser parte de la solución a desafíos muy complejos. Con la integración de la técnica NIRS en el campo médico, se pueden crear avances significativos en biotecnología y salud, ayudando a millones de personas a poder detectar enfermedades a una edad temprana y así someterse a tratamientos que puedan ayudarles a no tener una enfermedad avanzada.

3. Resultados

La creación del prototipo y la aplicación móvil ha sido llevada a cabo por el equipo de desarrollo basándose en investigaciones anteriores, pero adaptando y llevando a cabo esta tecnología desde cero. A través del sistema, se permite medir los niveles de proteína en la orina, por lo tanto, fue necesario hacer uso de la investigación y metodología cuantitativas, sirviendo ambas para el análisis y la manipulación de los datos numéricos, centrándose en la medición y comprobación de estos. Además, se implementa la investigación aplicada a las tecnologías con el objetivo de abordar de manera integral el problema a través de una aplicación móvil y un sistema embebido. A su vez, se adopta la metodología de desarrollo ágil apoyando con la minimización de riesgo de errores, sobrecostos y requisitos cambiantes al agregar nuevas funciones, ya que permite trabajar en pequeñas iteraciones.

Los resultados de la investigación se presentan de manera clara y concisa, respaldados por gráficos que ofrecen una visualización más efectiva. Estos gráficos resaltan los picos distintivos que surgen al detectar la presencia de proteína mediante la técnica espectroscópica de infrarrojo cercano. Un ejemplo de ello se muestra en la Fig.2 donde se puede observar el nivel de la proteína en la orina de una persona con una enfermedad renal avanzada, donde el pico llega a tener un valor arriba de las 250 unidades arbitrarias.

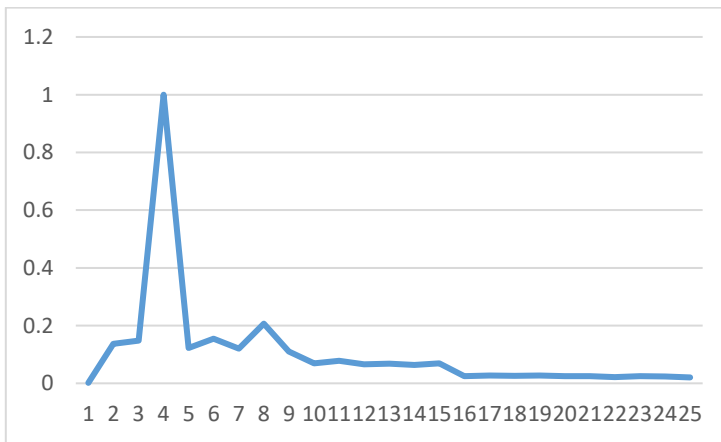


Fig. 2 Prueba de orina con presencia de proteína

En el contexto de los diagnósticos médicos, se llevan a cabo rigurosas pruebas con el objetivo de garantizar la máxima precisión en los resultados. Es importante resaltar que el funcionamiento del dispositivo es completamente no invasivo, lo que significa que no causa molestias ni dolor al paciente en ningún momento.

El dispositivo trabaja de manera simple, se comienza con la toma de una muestra de orina que es almacenada cuidadosamente en un vaso de precipitado; este fue

seleccionado específicamente para garantizar la integridad de la muestra y minimizar cualquier interferencia externa.

El vaso de precipitado, con la muestra de orina, se postura de manera precisa sobre el sensor incorporado en el sistema. Este sensor despliega una avanzada tecnología capaz de detectar y cuantificar los niveles de proteína presentes en la muestra. Una vez que el sensor ha capturado la información relevante, se transmite de forma instantánea a través de una conexión inalámbrica a una aplicación móvil especialmente diseñada para este propósito. Esta aplicación móvil ofrece una interfaz intuitiva que muestra los resultados de manera gráfica y numérica, lo que facilita su interpretación tanto para el paciente como para el personal médico, además proporciona una visión clara y visual de los niveles de proteína a lo largo del tiempo, lo que puede ser esencial para la detección temprana de posibles problemas renales. A su vez la aplicación permite el almacenamiento de datos a lo largo del tiempo, lo que favorece el seguimiento de la evolución de los niveles de proteína.

La investigación incluye pruebas realizadas en voluntarios, algunos de los cuales ya padecían la enfermedad en cuestión, mientras que otros no. Este enfoque permitió analizar una amplia gama de escenarios posibles. Se observan anomalías en los resultados de las personas con la enfermedad, destacándose picos poco comunes en las gráficas y concentraciones de proteína en la orina iguales o superiores a 150 mg. Estos hallazgos confirman la presencia de problemas renales en estos individuos y validan la eficacia del prototipo.

Durante el análisis de las ejecuciones del sistema, se identificó la presencia de un sesgo de error que requiere atención al realizar diagnósticos, específicamente, en el contexto de la espectroscopia, se detectaron discrepancias poco comunes en los resultados en comparación con los valores promedio esperados en el rango de luz visible. Además, es crucial destacar la similitud de los espectros tanto de emisión como de absorción que la proteinuria puede tener con otros elementos.

Por estos motivos, la investigación persigue la promoción de la educación en la prevención y el seguimiento de enfermedades renales. Se busca reducir la cantidad de pacientes que enfrentan problemas renales, lo cual es una situación altamente indeseable para las familias. La innovación permite realizar diagnósticos cómodamente desde el hogar, proporcionando resultados rápidos y confiables. Esto contribuye a crear conciencia sobre la importancia de la detección temprana y la atención médica oportuna.

4. Conclusiones

El sistema de detección de proteinuria ofrece una solución efectiva al problema de diagnóstico tardío, al permitir a los pacientes y médicos detectar la presencia de proteína en la orina, indicador clave de enfermedades renales.

La implementación de esta innovación en el campo médico, tanto en el sector público como privado pretendiendo ayudar a reducir el número de personas con dicho padecimiento y promover una visión hacia el futuro al poder detectar y tratar estas

enfermedades en una etapa temprana, lo que puede contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas y prevenir muertes prematuras. Analizando la información planteada, esta investigación puede ser la base para futuras investigaciones y descubrimientos en el campo de la nefrología, lo que podrá tener un impacto mayor en la salud y el bienestar de las personas.

Es importante resaltar la importancia vital de la biotecnología como herramienta esencial para afrontar las diferentes enfermedades que existen en el mundo. La tecnología de espectroscopia por infrarrojo cercano emerge como una aliada valiosa para la detección y monitoreos de diferentes trastornos renales, como lo es la medición de la proteinuria en la orina. La biotecnología, ha demostrado la capacidad que tiene para revolucionar la atención médica y mejorar la calidad de vida de las personas. En el contexto de las ERC, la incorporación de la NIRS al ámbito médico puede impulsar avances en la detección temprana y el manejo eficaz de enfermedades ya que al usar tecnologías innovadoras como la NIRS, se puede lograr un impacto positivo en la salud pública y dar nuevas perspectivas a quienes enfrentan las ERC. La biotecnología y tecnologías de diagnóstico pueden marcar una diferencia notable en la prevención y tratamiento de las enfermedades renales crónicas en el mundo.

5. Referencias

- [1] Méndez-Durán A, Méndez-Bueno F, Tapia-Yáñez T, Muñoz – Montes A, AguilarSánchez L, Diálisis y Trasplante. *Dial Traspl*. 2010; 31(1):7-11.
- [2] Insuficiencia renal crónica: enfermedad emergente, catastrófica y por ello prioritaria. *Cir Ciruj*. 2004;72:3-4.
- [3] Cuautle, J. D. J. A. F., Romero, C. J. T., Méndez, R. M., Sánchez, B. E. G., & Carmona, I. L. S. (2020). Desarrollo y tendencias de la ingeniería biomédica en México. *ReCIBE. Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica*, 9(1), 1-11.
- [4] Ramírez García, S., Carranzo Castro, P., Gutiérrez Salinas, J., García Ortíz , L., & Hernández Rodríguez, S. (2012). Aplicación en medicina de la espectroscopía de infrarrojo cercano. *Medicina Interna de México*, 365-369.
- [5] Enfermedades renales: qué es, síntomas y tratamiento. (s.f.). Top Doctors. <https://www.topdoctors.es/diccionario-medico/enfermedades-renales>
- [6] La Enfermedad Renal Crónica en México. (n.d.). <https://www.insp.mx/avisos/5296-enfermedad-renal-cronica-mexico.html>
- [7] De Salud, S. (n.d.). 119. Enfermedad renal en México: prevención, promoción, atención y seguimiento. *gob.mx*. <https://www.gob.mx/salud/prensa/119->

enfermedad-renal-en-mexico-prevencion-promocion-atencion-y-seguimiento?idiom=es

- [8] Aitekenov , S., Gaipov, A., & Bukasov, R. (2020). Detection and quantification of proteins in human urine . Talanta, 1-3.
- [9] ¿Qué es la espectroscopia?: Tipos y técnicas. (2021). IEQFB. <https://ieqfb.com/que-es-la-espectroscopia-tipos-y-tecnicas/>
- [10] Denner, S., Sobrero, S., Fernández, V., Brissón, C., Marsili , S., Taher , H., . . . Tomas, L. (2008). Espectroscopía infrarroja aplicada al análisis de los calculos urinarios. FABICIB, 211-219.
- [11] González Castellano, M., & Montaña Zetina, L. (2015). La espectroscopia y su tecnología: Un repaso histórico y su importancia para el siglo XXI. Latin-American Journal of Physics Education, 9-12.
- [12] Ramírez-García S, Carranza-Castro PH, Gutiérrez-Salinas J, et al. Aplicación en medicina de la espectroscopia de infrarrojo cercano. Med Int Mex. 2012;28(4):365-370.
- [13] Giménez A, Funes P, Granado D, Rivas L, Sosa L, Ruíz I, Echangüe G, Ferro E, Guillen R. Litiasis de origen genético: el aporte de la espectroscopía infrarroja como herramienta diagnóstica. Rev. Salud pública Parag. 2022; 12(1):32-38
- [14] S. (2020, 4 marzo). Beneficios de la espectroscopía NIR: Parte 1. Scanco - Equipos analíticos de laboratorio. <https://scancotec.com/blog/beneficios-dela-espectroscopia-nir-parte-1/>
- [15] Mauriz Gutiérrez, J. L., Ordoñez, R., Prieto-Domínguez, N., & González Gallego, J. (2014). La biotecnología en la salud humana: el hito de los anticuerpos monoclonales. Ambiociencias.

Avances en el desarrollo de un prototipo de laboratorio remoto para interferencia y difracción de la luz

Camila Muñoz¹, Graciela Serrano¹, M. Daniela Mauceri¹, Ignacio Noguero¹, Javier García¹, Silvia Clavijo¹, Ignacio Idoyaga²

¹Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)
cmunoz@fcai.uncu.edu.ar; gserrano@fcai.uncu.edu.ar; dmauceri@fcai.uncu.edu.ar;
jagarcia@fcai.uncu.edu.ar; scclavijo@fcai.uncu.edu.ar

²Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y apoyo a la educación científica (Argentina)
iidoyaga@ffyb.uba.ar

Resumen. En este artículo se presentan los avances en el desarrollo de un prototipo de laboratorio remoto de interferencia y difracción de la luz para la enseñanza de óptica física en nivel universitario. Empleando una metodología de investigación de diseño se ha logrado concretar una interfaz web para poder acceder a laboratorios filmados especialmente desde el laboratorio de física. Actualmente se está trabajando en la búsqueda de soluciones a inconvenientes mecánicos vinculados a las filmaciones y en la elaboración de instrumentos que permitan evaluar el prototipo, tanto desde las experiencias de los estudiantes como desde la rigurosidad científica de las medidas realizadas.

Palabras clave: Laboratorio remoto. Interferencia y difracción de la luz. Aprendizaje de la física.

1. Introducción

El aprendizaje de los temas interferencia y difracción de la luz en el marco de la óptica física presenta dificultades a los estudiantes universitarios, mayormente por el pasaje de la óptica geométrica con su modelo de rayos, a la óptica física apoyada en el modelo ondulatorio [1]. Esto lleva al estudiante a la necesidad de: interpretar representaciones y conceptualizar magnitudes propias de la luz que no resultan intuitivas, especialmente en aquellos aspectos vinculados a las propiedades de las ondas. Para lograr los aprendizajes es conveniente incorporar a las actividades áulicas la experimentación en laboratorio.

Actualmente se está desarrollando un concepto prometedor de laboratorio: el laboratorio extendido [2], categoría que resulta alentadora ya que involucra diferentes formas de experimentar, ampliando el concepto tradicional de laboratorio imperante. En esta concepción de laboratorio, son relevantes los laboratorios remotos y los laboratorios virtuales, además de los laboratorios hand-on que tradicionalmente han dominado en las aulas universitarias.

Los laboratorios remotos (LR) son esencialmente laboratorios reales que permiten realizar un experimento en algún lugar del mundo [3] y un estudiante con una conexión a internet puede acceder a la realización de la experiencia, tomar medidas y repetirla tantas veces como sea necesario en vistas a lograr los aprendizajes buscados. Esto es posible ya que dispone de una interfaz gráfica de usuario, por medio de la cual, el estudiante puede manipular el equipamiento y las variables del sistema. En tanto que los laboratorios virtuales (LV), consisten esencialmente en una simulación que muestra en la pantalla de la computadora, con diferentes lenguajes e incluso incorporando instrumentos de medición, los resultados de la modelización de un fenómeno físico [4].

Dentro de los LR podemos diferenciar dos tipos: laboratorios remotos en tiempo real (LTR) y laboratorios remotos en diferido (LD). Los LTR permiten a los estudiantes acceder y manipular el equipamiento automatizado de forma sincrónica. Este tipo de laboratorio posee un sistema de turnos temporizado, es decir, una vez haya ingresado un estudiante al LR, este no estará disponible para su uso por un determinado tiempo. En cambio, los LD son experiencias pregrabadas en laboratorios reales, lo que permite que el estudiante manipule todas las variables de la experiencia [5]. Los datos son reales, mantienen la incertidumbre asociada a la experimentación y permite que un gran número de estudiantes lo utilicen de forma simultánea desde cualquier lugar y en cualquier momento.

El modelo de laboratorio extendido (LE) en el que esta investigación se está enmarcando, se concibe como un híbrido experimental ubicuo, donde diferentes recursos interactúan entre sí en forma sinérgica en el marco de una secuencia de enseñanza aprendizaje (SEA) para promover aprendizajes [6], entre ellos los LV y LR, pero también el uso de teléfonos inteligentes o laboratorios móviles, las experiencias filmadas y las experiencias caseras.

Nuevas pesquisas reconocen a los LR como herramientas tecnológicas prometedoras en el ámbito educativo que mejoran la enseñanza y el aprendizaje en carreras científicas [7, 8, 9, 10]. Esto se debe principalmente a que permite aumentar el nivel de autonomía del aprendizaje en los estudiantes [11], resolver cuestiones de acceso y disponibilidad en instituciones masivas [12] y permite la repetición de la experimentación.

La forma de experimentar en física ha evolucionado y eso permite a los docentes disponer de variadas estrategias para el trabajo experimental en el aula. Con esta presentación el equipo de investigación pretende acercar los avances en busca de desarrollar un prototipo de LR sobre temas de óptica física, que permitan acercar la experimentación en fenómenos de interferencia y difracción a instituciones y estudiantes que no cuenten con equipamiento real en sus laboratorios, o que crean adecuado complementar el mismo con otra forma de experimentar.

2. Materiales y métodos

En este apartado se describen las etapas llevadas a cabo para el desarrollo del prototipo de Laboratorio Remoto de interferencia y difracción de la luz. La metodología corresponde a una investigación basada en diseño [13], en la cual se

reconoce su naturaleza contextual y su carácter exploratorio. El equipo de investigación en trabajo mancomunado con la cátedra de Física II de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria (FCAI-UNCuyo), se embarcó en la tarea de encontrar una solución a una problemática particular: la necesidad de desarrollar y diseñar herramientas digitales que complementen el aprendizaje de la óptica física en alumnos de ingeniería.

2.1. Etapa I: Producción de material audiovisual

En esta primera etapa se seleccionaron y caracterizaron los dispositivos necesarios para constituir el banco óptico de interferencia-difracción de la luz. Se acondicionó el equipo de interferencia-difracción de la luz disponible en el Laboratorio de Física de la FCAI-UNCuyo. Se procedió al montaje del banco óptico (Fig. 1), constituido por los siguientes elementos del equipo PASCO: riel óptico de 1.2 m, soporte porta rendijas, pantalla blanca con escala milimetrada (de 4 cm de longitud), rendijas y láser de estado sólido monocromático (longitud de onda 650 nm).



Fig. 1. Montaje del banco óptico de interferencia y difracción de la luz, constituido por: un riel óptico, un soporte porta rendija, una pantalla blanca y un láser monocromático.

Para observar los fenómenos y medir el patrón de difracción, se realizaron diversas experiencias con rendijas de distintos anchos y modificando las distancias de la pantalla blanca con respecto al láser. Para cada rendija en el porta-rendijas, se observó el patrón de difracción proyectado sobre la pantalla ajustando la posición para mejorar la calidad del patrón en vistas a realizar medidas. A continuación, se seleccionaron las rendijas para llevar a cabo la producción de material audiovisual teniendo en cuenta el

criterio de que permitían visualizar su patrón de difracción cómodamente a simple vista.

Luego, se llevaron a cabo filmaciones con equipos celulares no profesionales. Se registraron las distintas experiencias desde el plano normal y el plano cenital y, simultáneamente, miembros del equipo de investigación realizaron las mediciones para su posterior selección de acuerdo a los requerimientos propuestos por la cátedra. A partir de esta producción audiovisual el estudiante podrá visualizar el patrón de difracción (y en instancias futuras el de interferencia) de la luz y observar y realizar mediciones de la relación entre parámetros característicos de rendijas y distancia a la pantalla.

2.2. Etapa II: diseño de la interfaz web

Una vez finalizada la primera etapa, se procedió al desarrollo de una interfaz web que permitiera acceder a las grabaciones de las experiencias de interferencia-difracción de la luz. Primero, se realizó un boceto en lápiz y papel de los elementos que constituyen la interfaz gráfica de usuario, con el propósito de que todos ellos resultarán amigables para el usuario. Luego se procedió al desarrollo web utilizando el *software* libre Visual Studio Code, realizando primero la maquetación de los documentos que conforman el esqueleto de la interfaz estática en HTML5 (*HyperText Markup Language*), y después, con CSS3 (*Cascading Style Sheets*) se estilizaron los documentos HTML, es decir, se definió como se mostrará el contenido a los estudiantes. Finalmente, se programaron funciones con JavaScript que permitieran dar dinámica a los elementos que conforman el entorno de usuario. Como el equipo de investigación no cuenta con un desarrollador web, el desarrollo fue hecho de forma autodidacta.

La web cuenta con un index en el que se puede encontrar información acerca del proyecto de investigación donde se inserta, los integrantes del equipo de investigación y un acceso rápido al prototipo. Luego, en la pestaña del prototipo, el estudiante encontrará una breve descripción de los componentes que conforman el LR, la descripción de la experiencia y el objetivo, para finalmente acceder a la configuración del mismo donde podrán seleccionar la rendija que desean utilizar para la medición y la distancia.

3. Resultados y discusiones

En la primera etapa de producción de material audiovisual, se obtuvieron 22 videos (11 por cada uno de los planos, normal y cenital) correspondientes a las experiencias llevadas a cabo con las 3 rendijas seleccionadas por los investigadores. Sin embargo, una vez descargados los videos en la PC, se pudieron observar algunos inconvenientes. Uno de ellos es la fricción que se genera entre el riel óptico y el soporte que conforma la pantalla blanca, lo que provoca que en determinadas partes del riel se produzcan saltos.

En la segunda etapa, diseño de la interfaz web, el resultado fue una interfaz estática y funcional, que refleja las estrategias de aprendizajes diseñadas por el equipo de investigación y la cátedra con la intención de que los estudiantes resignifiquen su

conocimiento a medida que trabajan en ella. No obstante, al momento de su desarrollo el equipo de investigación no siguió la filosofía de *Mobile First*, por lo que este primer entorno digital no es *responsive* ya que sólo se puede visualizar correctamente en computadoras de escritorio.

Actualmente, el equipo de investigación está buscando dar soluciones a los distintos problemas surgidos en estas primeras etapas de desarrollo: 1) probar con distintos lubricantes para corregir la fricción que se genera en el riel óptico, 2) automatizar el movimiento de la pantalla a través de un servomotor conectado a una placa Arduino UNO, 3) desarrollar una nueva interfaz *responsive* bajo la metodología *Mobile First* que se adapte a los distintos dispositivos que utilizan los estudiantes para garantizar que los elementos didácticos sean clara y rápidamente identificables por los usuarios, permitiendo que cada estudiante pueda configurar el equipamiento de trabajo de acuerdo a las experiencias propuestas y, 4) seleccionar un servidor de *hosting* gratuito para su difusión.

4. Conclusiones

En estas etapas iniciales se logró el diseño y avance hacia el desarrollo de un prototipo de laboratorio remoto de interferencia-difracción de la luz que permita acompañar la enseñanza de la física en instituciones que no cuentan con laboratorios o en las que los mismos son insuficientes. Este primer prototipo fue generado a partir de los videos filmados con recursos no profesionales, y sin contar con la colaboración de especialistas en diseño web. Estos resultados son cruciales para seguir avanzando, a través de evaluaciones sobre la usabilidad de la interfaz y su posterior re-ajuste de acuerdo a los resultados que se obtengan al realizar una primera aplicación de prueba con estudiantes que cursan el espacio curricular Física II en el cual se enmarca la propuesta de investigación. Para evaluar la aplicación con estudiantes, se diseñará una encuesta enfocada sobre esta línea que le permita al equipo de investigación llevar a cabo las modificaciones necesarias, en coherencia con una investigación de diseño, que garanticen un aprendizaje significativo, además de realizar una revisión del dispositivo desde el punto de vista de la fundamentación disciplinar.

En el futuro, se prevé la creación de una base de datos destinada a almacenar información relacionada a la huella digital de los estudiantes, la cual será analizada en etapas posteriores.

Con esta investigación se espera aportar a la comunidad educativa una herramienta tecnológica que aporte a la enseñanza de la óptica física, con el objetivo de asegurar el acceso equitativo y democrático de la sociedad al conocimiento y los recursos tecnológicos. Además, consolidar equipos de trabajo e investigación que indaguen nuevas perspectivas en el uso y desarrollo de entornos digitales vinculados estrechamente a la educación en física, estimulando el trabajo colaborativo y el aprendizaje de la producción de medios audiovisuales.

5. Referencias

- [1] S. Bravo y M. A. Pesa, «Evaluación del aprendizaje de interferencia y difracción de la luz en el laboratorio de Física» *Investigacoes em Ensino de Ciencias*, vol. 21, n°2, pp. 68-104, 2016.
- [2] I. Idoyaga., «El laboratorio extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales.» 2022. [En línea]. Available: <http://www.revistas.unp.edu.ar/index.php/rediunp/article/view/823>. [Último acceso: 10 9 2023]
- [3] Arguedas–Matarrita, C., Concari, S. B., y Giacomone, B. (2017). La idoneidad didáctica de los laboratorios remotos como recursos para la enseñanza y aprendizaje de la física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 29, 511-517.
- [4] E. Arias Navarro y C. Arguedas-Matarrita, «El trabajo experimental en la enseñanza de la Física en tiempos de pandemia mediante el uso de la aplicación II Ley de Newton en la UNED de Costa Rica» *Revista Innovaciones Educativas*, vol. 22(Especial), pp. 103-114, 2020.
- [5] Narasimhamurthy K. C., Orduna P., Rodríguez-Gil L., G. C. B., Susheen Srivatsa C.N., Mulamuttal K. (2020). Analog Electronic Experiments in Ultra-Concurrent Laboratory. In: Auer M., May D. (eds) *Cross Reality and Data Science in Engineering*. REV 2020. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1231. Springer, Cham.
- [6] I. Idoyaga y C. Arguedas-Matarrita, «Análisis representacional de cuatro laboratorios remotos para la enseñanza de la física» *Revista De Enseñanza De La Física*, vol. 33, n° 2, pp. 285-292, 2021.
- [7] Karam (Eds), *Artificial Intelligence and Online Engineering: Proceedings of the 19th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation*(pp. 133 - 142). Springer International Publishing.
- [8] García-Zubía, J., Canivell, V., Casado, D., Angulo, I., Hernandez-Jayo, U., Guenaga, M., Gimenez, C. y Rodríguez-Gil, L. (2022). Rural, Remote and Real: Democratizing the Access to Science in Rural Schools Using Remote Experiments. En M. Auer., S. El-Seoud y O. Karam (Eds), *Artificial Intelligence and Online Engineering: Proceedings of the 19th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation*(pp. 143 - 150). Springer International Publishing.
- [9] Nogueira, G. T., & Hernandes, J. A. (2021). Laboratório de Física IV baseado em experimentos de baixo custo: relato de uma experiência de ensino remoto devido à pandemia de COVID-19. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 43.
- [10] Caetano, T. C. (2021). O experimento “Curva de Luz” do Laboratório Remoto de Física: uma proposta de atividade investigativa contextualizada epistemologicamente. *Revista Brasileira de Ensino de Física*.
- [11] Garcia-Zubia, J. (2021). *Remote Laboratories: Empowering STEM Education With Technology*. Available: <https://books.google.es/books?id=eo8bzgEACAAJ>

- [12] Idoyaga, I. Vergas-Badilla, L., Moya, C.N., Montero-Miranda, E. y Garro-Mora, A.L (2020). El Laboratorio Remoto: una alternativa para extender la actividad experimental. *Campo Universitario*. 1(2), pp.4-26.
- [13] B. Benito Crosetti y J. M. Salinas Ibáñez, «La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa» *RiiTE: Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 2016.

Comparación de estrategias de machine learning para la clasificación de fallas en un sistema de manufactura

Abner Birzabith Montejano Leija¹, Elvia Ruiz Beltrán¹, Jorge Luis Orozco Mora¹,
Jorge Octavio Valdés Valadez¹

¹Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Aguascalientes. (México.)

{G22153217, eruiz, jorge.om, jorge.vv }@aguascalientes.tecnm.mx

Resumen. Uno de los más grandes problemas que existen dentro de la industria son las fallas inesperadas en los equipos. Estas fallas resultan en una gran pérdida para las empresas debido a los tiempos de paro, tiempos que se pueden prolongar indefinidamente por varios factores como lo es la falta de refacciones o herramientas necesarias para la corrección de estas fallas. La forma de reducir el tiempo de paro ocasionado por estas fallas es tratar de anticiparse a éstas y actuar lo antes posible, esto se logra con el análisis de datos obtenidos a partir del monitoreo del equipo y un plan de mantenimiento predictivo adecuado. En este trabajo se compara el rendimiento de distintos algoritmos de Machine Learning al ser aplicados en un conjunto de datos que simula el comportamiento de un sistema industrial para la clasificación de diversas fallas. Esto con el propósito de, con base en ciertas métricas de evaluación, seleccionar los algoritmos que mejores resultados obtengan para, en trabajos posteriores, aplicarlos en la clasificación de fallas de un sistema real y poder considerar esta opción como parte del mantenimiento predictivo dentro de la industria.

Palabras clave: Fallas, Machine Learning, Mantenimiento Predictivo.

1 Introducción

Como ya es sabido, las fallas inesperadas representan grandes costos a la empresa, tanto por las reparaciones de éstas como por pérdidas en la producción. El Uptime Institute [1] publicó en 2022 un análisis en el que reporta que el número de paros que provocan una pérdida mayor a \$100,000 dólares se ha disparado en años recientes; más del 60% de los paros resultan en una pérdida de mínimo \$100,000 dólares, un gran número considerando el 39% en 2019. Además, la proporción de fallas que provocan una pérdida de mínimo \$1,000,000 incrementó del 11% al 15% en el mismo período. Otro estudio realizado por Vanson Bourne [2] en el que se encuestaron 450 empresas distintas, se menciona que el 82% del promedio de tiempo de paro debido a fallas inesperadas es de 4 horas con un costo promedio de \$2,000,000. Por otra parte, las pérdidas no son solo económicas, ya que se pierde la confianza de los clientes debido a

paros de producción no planeados. El mismo estudio revela que el 46% de las empresas no pudieron brindar el servicio a los clientes debido a este tipo de fallas.

Cuando una falla se presenta, el mantenimiento correctivo es la única opción. Y, aunque hay estrategias y procedimientos para reducir el tiempo de reparación y reaccionar de mejor manera a estas fallas, esperar a que el equipo falle para actuar no es la mejor opción para reducir costos y cumplir con los objetivos de producción. El principal problema de las fallas inesperadas es que se pueden presentar en el momento menos oportuno, por lo que, cuando éstas se presentan, es posible no contar con las refacciones o las herramientas necesarias para realizar el servicio del equipo, prolongado de manera indefinida el tiempo de producción perdido. Partiendo de esto, la mejor opción para reducir el tiempo de paro es evitar estas fallas inesperadas, por lo que es necesario tratar de predecir cuándo ocurrirán y actuar antes de que sucedan.

El mantenimiento predictivo es aquel que tiene como objetivo predecir fallas en los equipos a partir de ciertos parámetros y factores. Esto implica la constante supervisión del rendimiento y condición del equipo durante la operación de producción. Existen muchas técnicas para recopilar datos sobre la condición del equipo: análisis de vibraciones para maquinaria rotativa, análisis por ultrasonidos para valorar el funcionamiento de válvulas o detección de fugas, termografías para detección de fallas en instalaciones eléctricas, entre otras [3].

Debido a la gran cantidad de datos que se obtienen mediante el monitoreo constante, se plantea que la mejor estrategia para la extracción de patrones que nos permitan llevar a cabo la predicción de una falla es mediante la aplicación de inteligencia artificial, específicamente Machine Learning (ML). El ML permite que las operaciones sean más autónomas y menos dependientes de la intervención humana, por lo que es una opción adecuada para un análisis preciso de la condición de la maquinaria.

Por lo cual, en este trabajo, se propone un análisis de varios algoritmos de ML sobre datos de un caso de estudio de un conjunto de datos sintético que refleja el mantenimiento predictivo encontrado en la industria, y poder determinar el modelo que mayor valor de predicción tiene para este tipo de sistemas.

2 Contenido

2.1 Objetivos

El objetivo de este trabajo es comparar las técnicas de ML más comunes en la literatura para la predicción de fallas en sistemas automáticos de manufactura y determinar que algoritmos ofrecen los mejores resultados. Esto con la intención de, posteriormente, implementar estas técnicas en sistemas reales.

2.2 Materiales y métodos

El conjunto de datos utilizado en este trabajo fue proporcionado por Shivam Bansal, director de ciencia de datos de clientes en H2O.ai, en la plataforma kaggle [4]. Note que, debido a que los conjuntos de datos de mantenimiento predictivo reales son

difficiles de obtener y publicar, este conjunto de datos es sintético y refleja el mantenimiento predictivo encontrado en la industria.

El conjunto de datos consiste en 10,000 datos almacenados en filas con 14 características distribuidas en las siguientes columnas: UID, ID de producto, temperatura del aire [°K], temperatura del proceso [°K], velocidad de rotación [rpm], torque [Nm] y desgaste de herramienta [min].

Además, la columna “Objetivo”, que toma el valor de 1 si la máquina ha fallado en este punto de datos en particular para cualquiera de los modos de fallo que se encuentran en la columna “Tipo de Fallo” (Fallo de alimentación, fallo por desgaste de herramienta, fallo por sobreesfuerzo, fallo de disipación de calor y fallos aleatorios).

Este conjunto se somete a distintos algoritmos de aprendizaje automático, esto con el propósito de clasificar cada una de las fallas anteriormente mencionadas y poder realizar un correcto diagnóstico de éstas. Los algoritmos que se aplican en este trabajo son: Árbol de decisión, métodos de ensamble (Bagging, Boosting, Stacking), Máquinas Vectores de Soporte (SVM) y K-vecino más cercano (KNN).

Para el análisis de los datos se utilizó el Interface Development Environment (IDE) Spyder para programar en Python. Las librerías aplicadas fueron: pandas, numpy, sklearn.model_selection, sklearn.metrics, seaborn, matplotlib.pyplot, entre otras [5].

Finalmente, una vez realizada la clasificación, se evaluó la eficacia de cada algoritmo, mediante métricas como: precisión, exhaustividad, F1 score y exactitud, y se compararon los resultados de todos los algoritmos para determinar el algoritmo que mejores resultados ofrece para este tipo de sistemas.

3 Resultados

En la tabla 1 se presentan los resultados de las métricas obtenidas para cada uno de los algoritmos.

Table 1. Evaluación de rendimiento de modelos de Machine Learning.

Modelo	Precisión	Exhaustividad	F1 score	Exactitud
SVM	0.7102	0.7232	0.7116	0.9915
Árbol de decisión	0.7836	0.7611	0.7706	0.9920
Boosting	0.7836	0.7612	0.7707	0.9925
Bagging	0.7670	0.7816	0.7727	0.9940
Stacking	0.7808	0.7712	0.7744	0.9940
KNN	0.7017	0.7149	0.7039	0.9910

Observando los resultados y la evaluación de los distintos algoritmos (tabla 1), se aprecia que los métodos de ensamble son los que ofrecen un mayor valor en cada una de las métricas de medición al momento de realizar el diagnóstico de una falla. Por otra parte, los algoritmos que nos arrojan un menor número de aciertos son el SVM y el KNN, no obstante, en todos los casos se obtuvo un porcentaje de aciertos mayor al 99%.

4 Conclusiones

Cabe resaltar que, analizando los resultados, ninguno de los algoritmos aplicados logró identificar alguna falla aleatoria, esto puede ser ocasionado por la distribución de las muestras tomadas, ya que, al ser, en su mayoría, muestras sin fallas, éstas y las fallas aleatorias se agrupan de igual manera debido a que tienen características similares. Otro motivo por el que las fallas aleatorias no pueden ser diagnosticadas correctamente, es que los parámetros elegidos al momento de realizar el conjunto de datos no sean los adecuados o sea necesario agregar nuevos parámetros, como el análisis de vibraciones o la medición de la corriente eléctrica.

Como se propuso al comienzo de esta investigación, se concluye que los mejores algoritmos para el diagnóstico de fallas son los métodos de ensamble (Bagging, Boosting y Stacking). Aun así, se logró obtener un correcto diagnóstico con todos los algoritmos propuestos; y se validó que la aplicación de machine learning para el diagnóstico y detección temprana de fallas es viable y una excelente opción para eliminar los tiempos de paro ocasionados por dichas fallas.

5 Agradecimientos

Agradezco al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías CONAHCYT, con número de becario No. CVU 1242162; y al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Aguascalientes, ya que, sin su apoyo, este trabajo no hubiese sido realizado con éxito.

6 Referencias

- [1] Uptime Institute. «Uptime Institute’s 2022 Outage Analysis Finds Downtime Costs and Consequences Worsening as Industry Efforts to Curb Outage Frequency Fall Short» 2022. [En línea]. Disponible en: <https://uptimeinstitute.com/about-ui/press-releases/2022-outage-analysis-finds-downtime-costs-and-consequences-worsening>. [Último acceso: 2023/09/02].
- [2] Bourne, Vanson. «After The Fall: Cost, Causes and Consequences of Unplanned Downtime», ServiceMax, 2018.
- [3] Olarte, C. W., Botero, A. M., & Cañon, A. B. «Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria». *Scientia Et Technica*, 2(45), 223-226. <https://doi.org/10.22517/23447214.355>, 2010.
- [4] Shivam Bansal, «Machine Predictive Maintenance Classification,» 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.kaggle.com/datasets/shivamb/machine-predictive-maintenance-classification>. [Último acceso 2023/08/29].
- [5] Géron, Aurélien. «Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems», O’Reilly Media, Inc., 2019.

Aplicación móvil con accesibilidad e Internet de las cosas para monitorear una planta de tratamiento biológica de aguas residuales

Fernando Robles-Casillas¹, María Magdalena Becerra-López¹, Caritina Ávila-López¹, Javier Mascorro-Pantoja¹, David Rosas-Vara², Luis Roberto Waybell-Campos¹, Luis Fernando Jasso-Frausto¹, Juan Manuel González-Durón¹

¹Departamento de Sistemas y Computación del Tecnológico Nacional de México campus Aguascalientes (México)

fernando.rc@aguascalientes.tecnm.mx; mbecerra@aguascalientes.tecnm.mx;
caritina.al@aguascalientes.tecnm.mx; javier.mascorro@aguascalientes.tecnm.mx;
19151725@aguascalientes.tecnm.mx; 19151673@aguascalientes.tecnm.mx;
19151654@aguascalientes.tecnm.mx

²Departamento de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional de México campus Aguascalientes (México)

david.rv@aguascalientes.tecnm.mx

Resumen. Se implementa una plataforma tecnológica con una planta tratadora biológica de aguas residuales por medio de conectividad al Internet de las cosas. La planta recibe aguas residuales provenientes de baños, regaderas y/o lavamanos, el método de tratamiento que emplea es sustentable, ya que el proceso se lleva a cabo de manera biológica haciendo uso del sistema de lodos activados. La planta es supervisada desde una aplicación móvil que recibe la información desde la nube, donde son almacenados los datos que son enviados por sensores. La aplicación móvil es accesible para daltónicos debido a que cumple con las pautas de la Web Content Accessibility Guidelines (WCAG). Con el sistema de monitoreo se han automatizado los procesos de la planta para reducir su supervisión. Se realizó un análisis del agua saneada y se observó que el agua cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-003 de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales.

Palabras clave: Lodos activados, Aplicación móvil, Sensores, Internet de las cosas, NOM-003.

1. Introducción

El tratamiento de aguas residuales es un método de mejora y purificación del agua eliminando algunos o todos los contaminantes, lo que permite reutilizar el agua y ser devuelta al medio ambiente [1]. Cuando no se trata o es inadecuado el proceso, las aguas residuales se vierten en fuentes de agua y eventualmente llegan a cuerpos de agua. En México, según Palma [2] cada cuatro segundos se generan alrededor de un

millón de litros de aguas residuales y de las 2,300 plantas de tratamiento municipales, solo funcionan el 40% principalmente por la falta de supervisión y los altos costos de mantenimiento. El Internet de las cosas (IdC) actúa como una herramienta perfecta para que los sistemas de gestión de aguas residuales optimicen automáticamente los procesos. La gestión y el tratamiento del agua tratada mediante IdC tiene el potencial para superar desafíos clave para la gestión sostenible del agua.

La accesibilidad de una aplicación móvil es su capacidad para que todas las personas puedan utilizar sus funciones y acceder a su contenido independientemente de sus capacidades técnicas, físicas o cognitivas [3]. Es importante emplear estándares de accesibilidad móvil existentes como lo es el WCAG 2.1, para que personas con visión moderadamente baja o daltónicas puedan usar una aplicación móvil.

Esta investigación ha sido desarrollada para implementar la automatización y supervisión en una planta de tratamiento de aguas residuales con un sistema de lodos activados, con implementación del IdC y una aplicación móvil con estándares de accesibilidad. Una vez que los datos han sido obtenidos por la aplicación, la persona responsable de monitorear la planta lo puede hacer de forma ubicua, sin necesidad de desplazarse para tomar muestras, lo que contribuye a que el agua saneada cumpla con los estándares de calidad.

2. Estado del arte

Un estudio titulado “Mobile Phone Remote Controlled Wastewater Treatment Equipment Used in Tribe” muestra el desarrollo de un módulo de adquisición de datos que involucra un microcontrolador y una aplicación móvil. El módulo puede controlar y monitorear el equipo de tratamiento de aguas residuales mediante la aplicación. El usuario de la aplicación puede mantenerse al tanto de la situación del tratamiento y de la descarga de aguas residuales para mantener el recurso hídrico con una buena calidad. Los usuarios pueden saber cuánta cantidad de aguas residuales se generan y cuánta cantidad de aguas residuales se tratan. El estado de operación del equipo de tratamiento de aguas residuales y los parámetros de control se listan en la pantalla del teléfono móvil, incluidos los consumos de energía y las temperaturas [4].

En el Reino Unido existe una patente denominada “System and method for monitoring a wastewater treatment Works”. En este trabajo se expone un dispositivo para monitorear y para mantener las condiciones de operación de una planta de tratamiento de aguas residuales. Según el autor Williams [5], el dispositivo incluye un detector de imágenes que registra secuencias de imágenes fijas y /o imágenes de vídeo a través de un detector de audio y/o cámara de vídeo. Con ello, se pueden diagnosticar malas condiciones operativas en tiempo real o casi en tiempo real [5].

Un trabajo desarrollado por el Grupo de Investigación (GIGA), denominado “Bioreactor prototype: monitoring and control for the co-composting process from organic solid waste and sewage sludge” [6]. En dicha investigación se monitorea el pH con un sensor. También hace uso de la tecnología analítica con un sistema operativo FreeRTOS. Además, el sensor está conectado al microcontrolador Arduino Mega 2560. Cabe mencionar que los parámetros (pH, temperatura, humedad) que se monitorean son específicamente para un biorreactor, no para una planta de tratamiento.

3. Materiales y métodos

La planta de tratamiento inicia su proceso cuando el agua a tratar pasa a través de una tubería en donde el agua llega al cárcamo de bombeo el cual se encuentra bajo tierra para posteriormente ser trasladada con una bomba sumergible y una tubería hacia la planta de tratamiento (hecha de acero inoxidable) llegando a la parte del reactor. En esta parte el agua es tratada a través del proceso biológico de lodos activados, además es sustentable debido a que cuando la planta cuente con un exceso de lodos estos podrán ser usados como composta. En la Fig. 1 se puede observar el modelo de la planta.

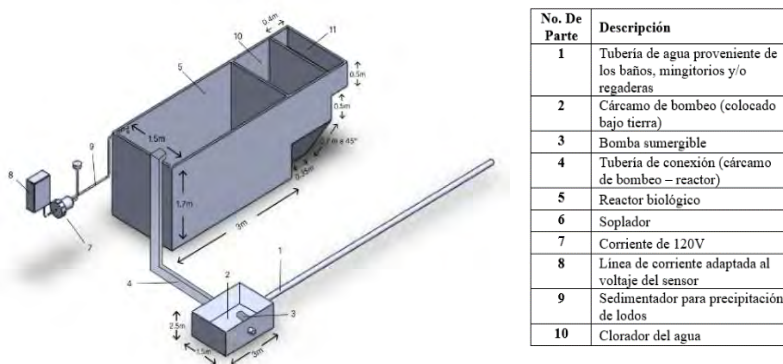


Fig. 1. Perspectiva panorámica de la planta de tratamiento con sus componentes.

Mantener los parámetros dentro de los rangos establecidos es crítico, debido a que el proceso biológico que descompone la materia fecal. El valor de pH se debe mantener en el rango de 6.5 a 8.5 en el tanque de aeración, para que los lodos activados sobrevivan y el sistema funcione adecuadamente teniendo una tasa rápida de biodegradación de los contaminantes [7]. El oxígeno disuelto en el agua también es crucial para asegurar el crecimiento de los lodos activados por lo que debe de estar en un rango de 1 y 2 mg/l [8].

Otro valor importante son los Sólidos Suspendedos Totales (SST), un parámetro decisivo para determinar la calidad del agua, según la NOM-003-ECOL-1997 que es un equivalente de la norma internacional ISO 16075-1:2015 [9]. El agua tratada debe de tener como máximo un total de 30 mg/l de SST [10] para ser reusada en servicios al público con contacto indirecto u ocasional. Por último, el valor de la temperatura se debe de estar en un rango de 0 a 30 °C para que los lodos activados no sean afectados en su reproducción y se mantenga un rendimiento óptimo de la planta [11].

El sistema de monitoreo de la planta contiene un microcontrolador NodeMCU ESP8266 que está conectada a la bomba de agua y a los sensores: ultrasónico, oxígeno disuelto en agua, pH, flujo de agua, sólidos suspendidos totales y temperatura. En este microcontrolador se ejecutan los algoritmos para poder obtener e interpretar la información que recaudan los sensores y después es enviada al servidor de Google Firebase por medio de una conexión Wi-Fi. La conexión la establece el microcontrolador para que la información se envíe en tiempo real a una aplicación. La Fig. 2, ejemplifica el flujo de la información entre el microcontrolador y los sensores.

La aplicación se desarrolló con el entorno de desarrollo de React Native utilizando el lenguaje de programación JavaScript móvil lo que permite que sea compatible tanto para dispositivos con sistema operativo Android como iOS y el código del microcontrolador se desarrolló en el lenguaje de programación de Arduino el cual está basado en C/C++.

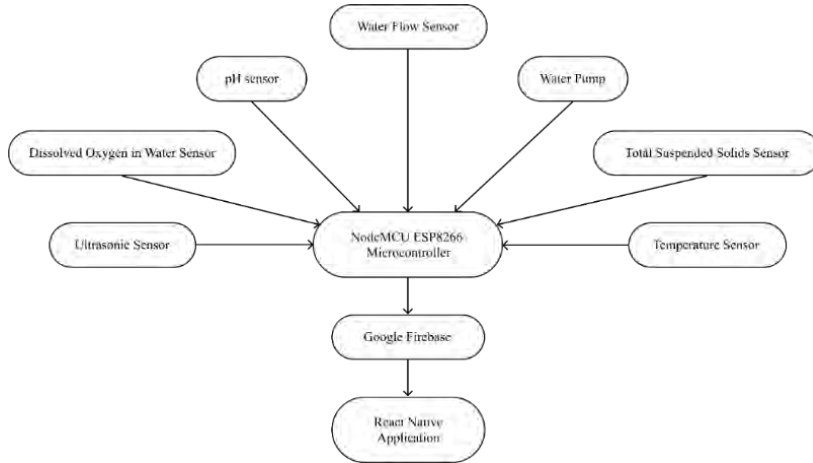


Fig. 2. Diagrama de flujo de datos de los sensores a la aplicación móvil.

En cuanto al diseño de la interfase de la aplicación, se emplearon pautas de diseño centradas en el usuario para garantizar una experiencia intuitiva y eficiente para los usuarios finales. La usabilidad en general tiene que ver con la forma en que se usa algún elemento (herramienta, dispositivo electrónico, etc.), es la facilidad con que se usa y si permite hacer lo que se necesita [12]. La accesibilidad es un aspecto muy importante que se consideró para el proceso de desarrollo de la aplicación móvil. La paleta de colores primarios de la aplicación está configurada con los colores: #0071EB, #E3F2FD, #FFFFFF, #000000 y #333333, siendo los valores de los colores en base hexadecimal.

Para el alojamiento de los datos obtenidos por los sensores es necesario un servicio en la nube. Por su funcionalidad, se empleó Google Firebase. La plataforma está en la nube y está disponible para diferentes plataformas como iOS, Android y web. En términos de gestión y almacenamiento de información, se ha integrado Firebase Realtime Database, uno de los servicios en la nube de Google. Los datos obtenidos por los sensores en la planta de tratamiento son enviados y almacenados en este servicio de almacenamiento en la nube para que puedan ser accedidos de forma ubicua [13].

4. Resultados

Cabe mencionar que para el desarrollo de la aplicación se realizó un diseño de tipo panel de control el cual muestra información relevante de los sensores de la planta. En la aplicación se desplegó un resultado de un pH de 7, siendo un dato primordial ya que

el agua debe de encontrarse en un rango de 6.5 y 8.5 para que los lodos activados no mueran y traten el agua de una manera correcta permitiendo que el agua cumpla con la norma NOM-003-ECOL-1997. Además, la aplicación mostró una cantidad de sólidos suspendidos de 20 mg/L siendo un buen resultado ya que está dentro de los límites de la norma antes mencionada. También se muestra la cantidad de agua saneada que va desde 5,743 litros hasta 8,135 litros en diferentes fechas.

Se realizó un análisis microbiológico del agua saneada y este cumple con la Norma NOM-003. Los datos obtenidos del análisis del agua saneada están dentro de los límites del tipo de reutilización “servicios al público con contacto indirecto u ocasional”, lo que permite que el agua saneada sea usada para riego de áreas verdes. En la Tabla 1 se puede observar la comparación entre los resultados del análisis microbiológico del agua proveniente de la planta de tratamiento y los límites máximos permisibles de contaminantes de la norma aplicable.

Tabla 1. Límites máximos permisibles de contaminantes de la Norma Oficial Mexicana.

Tipo de reutilización: Servicios al público con contacto indirecto u ocasional		Norma NOM-003. Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas	Resultados del análisis microbiológico del agua proveniente de la planta de tratamiento.
Promedio mensual	Coliformes fecales NPM/100 ml	1,000	800
	Huevos de helminto (h/l)	5	3
	Grasas y aceites mg/l	15	5
	DBO5 mg/l	30	25
	SST mg/l	30	20

Todos estos resultados se obtuvieron a través de los respectivos sensores que están conectados a la planta, dichos resultados se pueden observar en la Fig. 3, donde se muestra la pantalla principal de la aplicación móvil.

La selección de colores de la aplicación se hizo considerando las pautas de accesibilidad para personas con daltonismo, lo cual cumple con las pautas de la WCAG, esto se puede hacer con la ayuda de la herramienta Adobe Color Accessibility tools. En la Fig. 4 se observa la leyenda “No se han encontrado conflictos” lo cual nos indica que el contraste de nuestros colores es perceptible para personas con daltonismo, además como comprobación adicional, en la Fig. 5 se puede apreciar una simulación de cómo es que las personas con daltonismo perciben los colores usados en la aplicación.

Es importante mencionar la facilidad de uso del tablero de control de la aplicación móvil, ya que la visualización de los resultados se muestra en tiempo real (Sólidos suspendidos, pH, cantidad de agua en la cisterna). Además, se pueden observar todos los datos más importantes, entre ellos los valores históricos de pH que grafica cada hora, y también y el volumen por día del agua saneada. El botón de encendido-apagado controla la planta de forma remota.



Fig. 3. Interfase con estándares de accesibilidad.



Fig. 4. Prueba de colorimetría accesible.

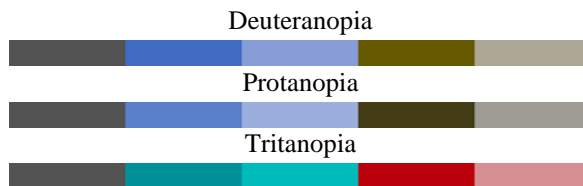


Fig. 5. Simulación de variantes de daltonismo.

5. Conclusiones

La implementación de una aplicación móvil y el IdC en una planta de tratamiento biológica de aguas residuales, genera un impacto en la transformación digital con una innovación que permite monitorear la planta de forma ubicua. La aplicación cumplió el propósito de supervisar la planta de tratamiento mediante sensores integrados al microcontrolador NodeMcu ESP8266. Estos sensores, recolectan de manera correcta los parámetros de pH, oxígeno disuelto, temperatura y SST para posteriormente enviarlos a un servidor en la nube, para ser mostrados en tiempo real en la aplicación móvil que funciona en dispositivos con sistema operativo Android y iOS.

Debido al monitoreo de los parámetros mencionados anteriormente, los lodos activados de la planta pudieron reproducirse y sobrevivir, debido a que estuvieron en las condiciones adecuadas para poder descomponer correctamente los residuos del agua. El hecho de mantener un ambiente adecuado para estos microorganismos se obtuvo una calidad del agua que cumple con la norma NOM-003.

El hecho de mantener un monitoreo constante de los parámetros se determinó que el pH estuvo en un valor entre 6.5 y 8.5, el oxígeno disuelto en agua resultó estar entre 1 y 2 mg/l y la temperatura logró mantenerse en un rango de 0 y 30 °C.

Dicho lo anterior, la planta ha funcionado correctamente. Esto se pudo observar al estar visualizando la cantidad de SST donde en cada muestra se obtuvo un valor por debajo de 30 mg/l el cual es el límite establecido por la norma NOM-003, lo que indica que el agua tuvo una buena calidad para reutilizarse en áreas verdes.

Independientemente de los parámetros observados y que están dentro del rango establecido por la norma NOM-003, los análisis en el laboratorio MICROLAB INDUSTRIAL confirmaron que la calidad del agua cumple con la NOM-003, ya que todos los contaminantes estuvieron dentro de los límites máximos permisibles. Estos datos se pueden analizar en las diferentes tablas anexadas en la sección anterior. Por lo que la aplicación móvil demostró ser una herramienta efectiva para monitorear la planta de tratamiento, garantizando un buen funcionamiento y asegurando brindar agua que estuviera bajo la norma de calidad.

6. Referencias

- [1] R. M. M. Salem, M. S. Saraya, y A. M. T. Ali-Eldin, «An Industrial Cloud-Based IoT System for Real-Time Monitoring and Controlling of Wastewater,» *IEEE Access*, vol. 10, pp. 6528-6540, Ene 2022.
- [2] M. Palma, «Municipios, clave para el tratamiento de aguas residuales,» *Alcaldes13*, 15 04 2021. [En línea]. Available: <https://www.alcaldesdemexico.com/notas-principales/municipios-clave-para-el-tratamiento-de-aguas-residuales>. [Último acceso: 30 06 2023].
- [3] I. D. Foundation, «Accessibility,» Interaction Design Foundation, [En línea]. Available: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/accessibility>. [Último acceso: 01 07 2023].
- [4] C. Hsiao Ming, L. Chun You y C. Mao Chun, «Mobile Phone Remote Controlled Wastewater Treatment Equipment Used in Tribe,» *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1827, Mar 2021.
- [5] T. Williams, «System and method for monitoring a wastewater treatment works». United Kingdom Patente 1904712.5, 2020.
- [6] R. Ruge, y I. Adonayt, «Prototipo de biorreactor aeróbico para el monitoreo y control del proceso de co-compostaje, a partir de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos orgánicos de plaza de mercado,» *Dialnet*, vol. 17, n° 1, pp. 17-24, 2019.
- [7] Comisión Estatal del Agua de Guanajuato, «Parámetros de operación en el proceso de tratamiento de agua residual por lodos activados.,» [En línea]. Available: http://seia.guanajuato.gob.mx/document/AquaForum/AF52/AF5204_ParametrosOperacion.pdf. [Último acceso: 07 05 2023].
- [8] A. Karczmarczyk, y W. Kowalik, «Combination of Microscopic Tests of the Activated Sludge and Effluent Quality for More Efficient On-Site Treatment,» *Water* 2022, vol. 14, n° 3, N. p. <https://doi.org/10.3390/w14030489>, Feb 2022.
- [9] International Organization for Standardization, «ISO 16075-1:2015 Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects Part 1: The basis of a reuse project for irrigation,» 08 2015. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/62756.html>. [Último acceso: 06 04 2023].
- [10] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, «Normas Oficiales Mexicanas,» 01 06 1997. [En línea]. Available: <https://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAA-15-13.pdf>. [Último acceso: 02 07 2023].
- [11] Ş. Balku, «Influence of Temperature on Activated Sludge Systems,» *14*, vol. 14, n° 1, pp. 77-80, 2017.
- [12] G. Blokdyk. Client Server Architecture a Complete Guide, N. p.: Emereo Pty Limited, 2020.
- [13] M. Hurosu, S. Yamamoto, H. Mori, M. Soares, E. Rosenzweig, A. Marcus, P. Patrick Rau, D. Harris, y W. Ch. Li «HCI International 2022 - Late Breaking Papers. Design, User Experience and Interaction: 24th International Conference on Human-Computer Interaction,» *Springer International Publishing*, 2022.

Proposta de um sistema especialista para avaliação de conhecimento e sugestão de treinamento corporativo com redes bayesianas

Damiana Nascimento¹, Ismar Frango²

¹ Universidade Presbiteriana Mackenzie (Brasil)
damiana.costan@gmail.com

² Universidade Presbiteriana Mackenzie (Brasil)
ismarfrango@gmail.com

Resumo. Em uma era marcada por contínuas transformações tecnológicas e oscilações mercadológicas, a necessidade de decisões assertivas é premente. Neste contexto, os sistemas especialistas despontam como aliados estratégicos, facilitando a gestão do conhecimento organizacional através da fusão da expertise humana com a força computacional, garantindo orientações bem fundamentadas em ambientes complexos. Este trabalho apresenta um sistema de apoio à decisão baseado em redes Bayesianas, destacando-se na modelagem precisa de incertezas e no tratamento eficaz de dados incertos ou ambíguos. Concentrado na avaliação do conhecimento técnico dos colaboradores, este sistema almeja ser um instrumento vital para líderes na formação de uma força de trabalho mais competente, propondo treinamentos personalizados embasados em análises aprofundadas. Implementado na linguagem Python e utilizando o framework Experta, espera-se que este projeto represente um avanço significativo na gestão do conhecimento nas organizações, canalizando investimentos em capacitação de maneira mais estratégica e enfrentando desafios complexos com maior destreza. Ao visar a criação de um ambiente organizacional que antecipa tendências e promove o desenvolvimento profissional integrado, este projeto aspira estabelecer um novo padrão de eficiência e adaptabilidade nas estratégias corporativas contemporâneas.

Palavras-chave: Sistemas Especialistas. Redes Bayesianas. Apoio à tomada de decisão.

1. Introdução

Em meio ao atual panorama de rápidas transformações tecnológicas e flutuações mercadológicas, a habilidade de gerir conhecimento de forma eficiente nas organizações tornou-se um pilar fundamental para o sucesso [1]. Neste cenário dinâmico, os sistemas especialistas ressurgem como facilitadores cruciais na gestão do

conhecimento organizacional. Combinando a expertise humana com capacidades computacionais robustas, esses sistemas têm o potencial de oferecer orientações precisas em cenários complexos, promovendo decisões mais informadas e assertivas [2]. No epicentro deste desenvolvimento está o *Trevo*, um sistema especialista criado para avaliar e aprimorar tecnicamente as competências dos colaboradores de uma organização. Desenvolvido em Python e aproveitando a biblioteca *Experta* [3] para a criação de regras, junto com um frontend em Flask [4], o sistema promete uma integração suave e funcionalidade versátil. Além disso, um banco de dados robusto, responsável por armazenar perguntas utilizadas no questionário e uma base de conhecimento sólida, são partes integrais do backend do sistema, garantindo um fluxo de informações constante e atualizado. O objetivo central deste estudo é ilustrar como o sistema *Trevo* pode revolucionar a abordagem tradicional de treinamento corporativo, alavancando técnicas de *forward chaining* e redes Bayesianas para sugerir cursos e treinamentos personalizados, baseados em análises detalhadas do nível de conhecimento técnico dos colaboradores [5]. A incorporação de redes Bayesianas, especificamente, apresenta uma oportunidade única de modelar incertezas e tratar dados incompletos ou incertos de uma maneira mais estruturada e fundamentada. Espera-se que a implementação do *Trevo* facilite uma gestão do conhecimento mais ágil e adaptável dentro das organizações, otimizando assim os investimentos em capacitação e permitindo que as empresas enfrentem desafios complexos com uma eficácia sem precedentes. Este artigo busca, portanto, explorar a aplicabilidade e eficácia deste sistema em um contexto corporativo real, proporcionando insights valiosos sobre seu potencial e sua contribuição para a evolução das práticas de gestão do conhecimento [6].

Nos dias de hoje, com as rápidas mudanças tecnológicas e mercadológicas, torna-se imperativo que as organizações estejam equipadas com ferramentas que facilitam decisões assertivas e informadas (Davenport, 2013). Neste contexto, os sistemas especialistas emergem como poderosos aliados, combinando expertise humana com capacidades computacionais avançadas para auxiliar na gestão do conhecimento organizacional [2].

2. Desenvolvimento do Sistema Trevo

O *Trevo* é uma ferramenta de sistema especialista desenhada para facilitar o processo de avaliação do conhecimento técnico dentro das organizações. Este modelo visa a assistir líderes empresariais na evolução contínua de suas equipes, proporcionando diretrizes precisas para decisões bem fundamentadas.

2.1. Arquitetura do Sistema

A arquitetura do sistema *Trevo* é estrategicamente concebida para facilitar uma avaliação robusta e precisa do conhecimento técnico em organizações variadas. A arquitetura pode ser detalhadamente descrita como a seguir:

Backend linguagem python e biblioteca *Experta*: no núcleo do *Trevo* está o seu backend robusto, desenvolvido utilizando a linguagem de programação Python. A escolha dessa linguagem proporciona flexibilidade e uma vasta gama de

funcionalidades essenciais para manipular complexas operações de dados. A integração com a biblioteca Experta destaca-se como um componente crucial neste cenário. Esta biblioteca facilita a criação e gestão de regras, permitindo que o sistema assimile e processe informações de forma eficiente. A sua aplicação promove a geração de insights precisos, fundamentais para a avaliação e desenvolvimento do conhecimento técnico dos colaboradores.

Frontend Flask: a parte visível do sistema, o frontend, é desenvolvida utilizando o microframework Flask. Esta escolha proporciona uma interface de usuário amigável e responsiva, facilitando a interação direta e sem complicação entre os usuários e o sistema. Além disso, o Flask permite a construção de uma plataforma web dinâmica, onde as funcionalidades e operações podem ser realizadas com facilidade e eficiência.

MySQL como banco de dados: um componente vital do sistema é o banco de dados, responsável por armazenar um repositório rico de perguntas alimentadas por especialistas no domínio. Este banco não apenas guarda perguntas pertinentes, mas também hospeda uma base de conhecimento extensa que é continuamente atualizada e ampliada. Este banco de dados age como o núcleo de informações, crucial para gerar análises e recomendações personalizadas para os colaboradores.

Integração e fluxo de informação: a integração eficaz entre os componentes é realizada através de uma série de APIs bem estruturadas, que facilitam uma comunicação fluida e segura entre o frontend e o backend. Este sistema de integração assegura que os dados circulem de maneira harmoniosa, proporcionando uma experiência de usuário suave e funcional.

Através deste design arquitetônico bem pensado, conforme mostra a figura [1], o sistema *Treevo* tem o objetivo de ser uma solução inovadora no apoio à tomada de decisões nas organizações, auxiliando líderes a fazer escolhas orientadas para o desenvolvimento contínuo de suas equipes.

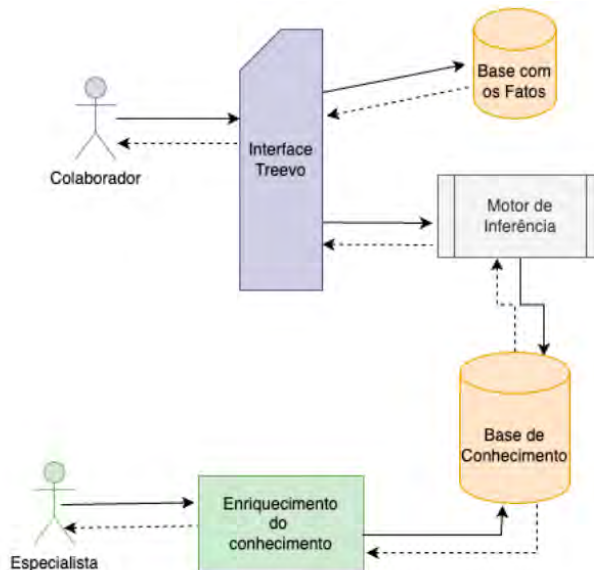


Fig. 1. Arquitetura do sistema Treevo

2.2. Base de conocimiento

A Base de Conhecimento do sistema Treevo serve como o epicentro onde toda a informação crítica e os dados pertinentes são armazenados e gerenciados de maneira estruturada. Detalhamos com maior profundidade o que compõe a base:

Estruturação e organização: a organização de dados neste repositório abrange várias camadas de informações que são classificadas com base em diferentes critérios, como a relevância do tópico, a complexidade da matéria, entre outros.

Alimentação por especialistas: as informações que estão na base de conhecimento são criadas por especialistas no respectivo domínio, assegurando que o conteúdo mantenha um alto padrão de qualidade e relevância. Os especialistas são responsáveis por criar e revisar as perguntas e respostas que formam o núcleo dessa base, garantindo que as informações sejam precisas e atualizadas.

Funcionalidade de atualização contínua: a base está em um estado de evolução constante, com novos dados sendo adicionados e ajustes sendo feitos para refletir as mudanças e desenvolvimentos no campo técnico.

Interface com o usuário: a base de conhecimento não apenas atua como um repositório de informações, mas também oferece uma interface intuitiva onde os usuários podem interagir diretamente com o conteúdo. Isso pode envolver funções como buscar informações específicas, responder perguntas para avaliações ou até mesmo contribuir com novo conteúdo sob a orientação de especialistas.

Fato: é uma informação básica ou uma afirmação que é considerada verdadeira dentro do contexto do sistema especialista.

Regra: é uma estrutura condicional que contém uma ou mais proposições lógicas que relacionam os fatos de uma maneira específica para auxiliar na inferência ou tomada de decisões.

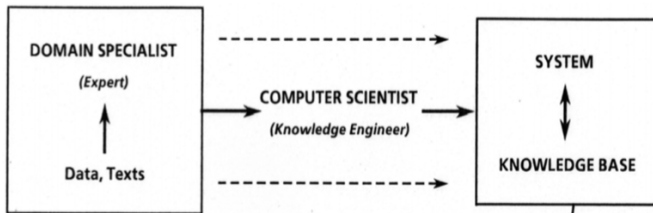


Fig. 2. Arquitetura de uma base de conhecimento [7]

3. Técnica e Implementação

Utilizando a técnica de *forward chaining*, o sistema *Treevo* pode deduzir novas informações a partir das regras e dados existentes, garantindo um processo decisório mais racional e informativo [8].

Esta é uma técnica de inferência dedutiva e amplamente empregada em sistemas especialistas, que opera através de uma sequência lógica e direcionada, partindo de premissas conhecidas (fatos) para atingir conclusões derivadas.

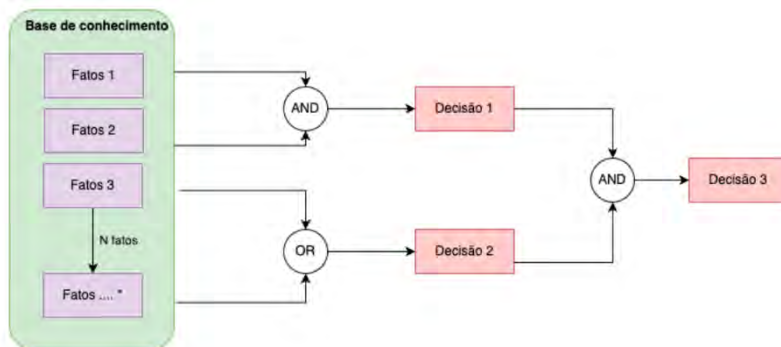


Fig. 3. Técnica de Forward Chaining

Na implementação do sistema *Treevo*, as regras são formadas utilizando premissas e conclusões claramente definidas. Essas regras são a essência do processo de inferência, guiando a cadeia de raciocínios que o sistema percorre para chegar a uma conclusão.

3.1. Implementação das Redes Bayesianas

A incorporação de redes Bayesianas no sistema *Treevo*, uma etapa em desenvolvimento, representa um avanço estratégico no aperfeiçoamento da tomada de decisões fundamentadas dentro das organizações [5]. Utilizando princípios da teoria probabilística, essas redes facilitam a representação e cálculo das complexas relações de dependência e incerteza, tornando-se instrumentos cruciais na análise inferencial dos dados gerados através das interações dos usuários com o sistema [9]. Esta fase de desenvolvimento promete ampliar significativamente a precisão do *Treevo* em sugerir treinamentos customizados, fundamentando-se nas respostas dadas às perguntas técnicas inseridas na plataforma. Além disso, as redes Bayesianas estão sendo projetadas para oferecer insights em tempo real, auxiliando as lideranças na promoção de uma força de trabalho mais bem instruída e eficaz [10]. Ao concluir esta etapa, o *Treevo* estará posicionado como uma ferramenta robusta e inovadora na gestão do conhecimento corporativo.

3.2. Exemplos de Perguntas Utilizadas

Na configuração da estrutura do sistema *Treevo*, a formulação de perguntas técnicas específicas emerge como um passo crucial. Estas perguntas são cuidadosamente elaboradas para avaliar de forma precisa o nível de conhecimento dos colaboradores em diferentes áreas técnicas. Para ilustrar a natureza dessas interrogações, nesta seção, apresentaremos alguns exemplos que são empregados no sistema, demonstrando como eles facilitam a identificação de áreas de competência e lacunas de conhecimento, proporcionando assim uma base sólida para a sugestão de treinamentos personalizados.

Tabela 1. Lista de perguntas sobre Java e suas opções de respostas.

Perguntas	Opções de respostas
Você conhece de Orientação a Objeto?	Não conheço Conheço pouco Conheço Domino
Você conhece Java Persistence API?	Não conheço Conheço pouco Conheço Domino
Você conhece Interfaces Funcionais?	Não conheço Conheço pouco Conheço Domino
Você conhece Collections?	Não conheço Conheço pouco Conheço Domino
Você conhece conceitos de Threads?	Não conheço Conheço pouco Conheço Domino
Você conhece Java Reativo?	Não conheço Conheço pouco Conheço Domino

3.3. Exemplos de criação de regras Experta

```
# regras traçadas com pre-requisitos / soma +30 pontos
@Rule(ConhecimentoPerguntas(p2="conheco") &
      ~ConhecimentoPerguntas(p3="nao_conheco") &
      ~ConhecimentoPerguntas(p3="conheco_pouco"))
def regra_p2_condicao_p3(self):
    self.pontuacao_total += 30
```

Fig. 4. Regra criada com biblioteca Experta

Considere que foi definida uma nova regra utilizando o decorador `@Rule`. O critério para essa regra é baseado nas respostas para as perguntas `p2` e `p3`. Conforme ilustrado na figura 4 acima. A regra verifica essas três condições:

1. A resposta para a pergunta p_2 é “conheço”.
2. A resposta para a pergunta p_3 não é “não conheço”.
3. A resposta para a pergunta p_3 não é “conheço pouco”.

O “&” é um operador lógico que significa “E”, enquanto “~” é um operador que significa “NÃO”.

Se as três condições forem satisfatórias, o corpo da função será executado. Neste caso, ele aumenta o valor da variável *self.pontuacao_total*, que adiciona 30 pontos a pontuação total.

4. Conclusão

Ao longo deste estudo, definimos a estrutura e as funcionalidades centrais do *Treevo*, um sistema especialista em desenvolvimento, voltado para a avaliação do conhecimento técnico e a sugestão de treinamentos corporativos. A integração de uma arquitetura robusta com um frontend intuitivo em Flask e uma base de conhecimentos dinâmica, alimentada por especialistas do setor, posiciona o *Treevo* como uma ferramenta promissora no campo da gestão do conhecimento organizacional.

A implementação das redes Bayesianas, embora ainda em fase de desenvolvimento, promete facilitar a recomendação de cursos e treinamentos com base em análises probabilísticas precisas, contribuindo significativamente para a eficiência e eficácia nos processos de tomada de decisão nas organizações.

Olhando para o futuro, pretendemos aprimorar ainda mais a capacidade do *Treevo*, integrando funcionalidades que permitam uma análise mais profunda e personalizada. O contínuo desenvolvimento deste sistema aponta para uma nova fronteira na gestão de treinamentos corporativos, promovendo uma cultura de aprendizado contínuo e desenvolvimento sustentável nas organizações.

5. Referências

- [1] T.H. Davenport. *Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology*, Harvard Business Press (2013).
- [2] J. Giarratano, G. Riley. *Expert Systems: Principles and Programming*, Course Technology (2004).
- [3] R.A.M. Perez. *Experta Documentation*, Madri: *Experta Documentation* (2018). Disponível em: <https://experta.readthedocs.io/en/latest/index.html>. Acesso em: 12 mai. 2023.
- [4] Fask Documentation. <https://flask.palletsprojects.com/en/2.3.x/> Acesso: 15 abr 2023.
- [5] J. Pearl. *Probabilistic reasoning in intelligent systems: networks of plausible inference*, Morgan Kaufmann (1988)
- [6] I. Nonaka, H. Takeuchi. *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*, Oxford University Press (1995).

- [7] Intelligent Automation <https://www.intelligentautomation.network/decision-ai/articles/a-quick-guide-to-expert-systems> . Acceso 10 abr 2023.
- [8] S. Russell, P. Norvig. Artificial Intelligence: A Modern Approach, Pearson (2016).
- [9] K. B. Korb, A. E. Nicholson. Bayesian Artificial Intelligence. CRC Press (2010).
- [10] R. E. Neapolitan. Learning Bayesian Networks. Prentice Hall (2003).

Análisis de bases de datos públicas del sector salud para la toma de decisiones mediante Inteligencia Artificial

Grajales Castillo Agustín¹, Mercado Sesma Arieh Roldan², Orozco Luna Felipe³, Medellín Serna Luis A.⁴, Baptista Rosas Raúl C.²

¹ Multidisciplinary Research in Health Program, University Center of Tonalá, University of Guadalajara (Mexico).

² Department of Health, disease as an individual process, Tonalá University Center, University of Guadalajara (Mexico).

³ Department of Computational Sciences, Data Analysis and Supercomputing Center, University of Guadalajara (Mexico).

⁴ Department of Computational Sciences, University Center for Exact Sciences and Engineering, University of Guadalajara (Mexico).

agustin.grajales3462@alumnos.udg.mx, {arieh.mercado, luis.medellin, raul.baptista}@academicos.udg.mx, forozco@cads.udg.mx

Resumen. Una de las prioridades que demanda respuestas urgentes en México es la Salud. Actualmente, las decisiones de construcción de hospitales son generales y centralizadas. Sin embargo, deben basarse en las evidencias existentes de la información disponible de las bases de datos de salud pública con variables como: distancias entre municipios, número y niveles de hospitales, niveles de pobreza y mortalidad, por mencionar algunas, y no solo en decisiones políticas. Esta investigación se centró en analizar con métodos de inteligencia artificial, (árboles de decisión, bosques aleatorios y técnica bagging) tres quinquenios a nivel municipal y obtener un nuevo nivel de conocimiento basado en la interpretación de los datos, para la toma de decisiones eficientes en infraestructuras de salud en el estado de Jalisco. Los árboles de decisión y los bosques aleatorios brindaron una alta precisión para dispersar infraestructuras de salud favoreciendo a más habitantes. El análisis realizado y los resultados orientan a un cambio en la asignación de los sistemas de salud a partir de estos hallazgos.

Palabras clave: inteligencia artificial; aprendizaje automático; datos masivos; toma de decisiones; infraestructuras de salud

1. Introducción

1.1. Problema de Salud en México

La situación sanitaria nacional en México es sumamente delicada. La infraestructura hospitalaria está rebasada por la demanda de servicios. El acceso a los servicios de salud está restringido a población elegible: 45% de los hogares en México, el resto, población con recursos económicos o capacidad informal, son atendidos en esquemas privados de salud (gastos de bolsillo), o no se atienden [1]. La geografía

también ayuda a complicar el problema, en las principales ciudades, donde se encuentra la infraestructura especializada, ésta no es muy accesible para gran parte de la población, por lo que al complicado problema de acceder a los servicios especializados se suma la distancia, que representa tiempo crítico y valioso. Esto incide directamente en la mayor necesidad de atención en pacientes de diferentes grupos de edad y altos grados de especialización que actualmente no existen, más una carga presupuestaria que anunció recortes al sistema de salud [1][2]. Actualmente, los formatos oficiales para la creación de infraestructuras sanitarias pasan por la lectura de trámites y cumplimentación de formatos imprecisos o sesgados [3][4], lo que contribuye a crear hospitales de cierto nivel en regiones donde no se requiere o lejos de una gran parte de la población.

1.2. Trabajos relacionados

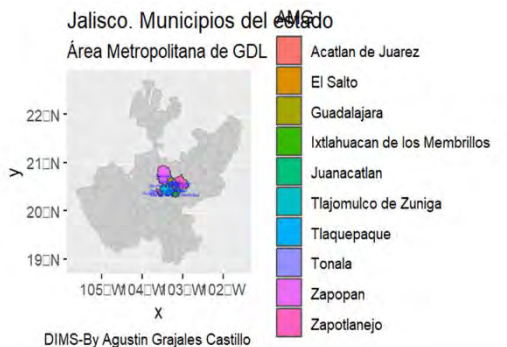
En el mundo, Corea y Japón tienen la mayor tasa de camas por cada 1.000 habitantes, por encima de 12. Le siguen algunas economías de Europa con más de 4, Estados Unidos con 2,8; y el mejor posicionado en Latinoamérica es: Chile con 2.01, Colombia 1.69 y Costa Rica 1.15; mientras que en México es de 0.9 [5][6]. A nivel nacional, la Ciudad de México es la que tiene mayor disponibilidad de camas con 2.4, seguida de Nuevo León: 1.3 y Jalisco: 1.2 [6]. El acceso a la atención médica es un requisito para el bienestar humano que está limitado, en parte, por la asignación de recursos de atención médica en relación con la población humana geográficamente dispersa [7]. Además, las desigualdades en el acceso a la atención médica contribuyen a que persistan las disparidades en los resultados de la atención médica. [8]. Es bien sabido que no toda la población tiene acceso a un automóvil, por lo que debe llegar a un centro de salud en transporte público, lo que lleva a otro factor agregado al problema de la accesibilidad: un mayor impacto en la salud *per se*: debido a circunstancias imputables al tráfico dado que la infraestructura de transporte público afecta a los volúmenes de tráfico e influye en la elección del modo de transporte [9]. En China, Lan et al. publicaron un estudio sobre las implicaciones de construir infraestructura hospitalaria en base a las necesidades y equipamientos que sirven como eje fundamental, es decir, como etapa previa a las demás, con lo cual se tomaría la decisión de la construcción de la infraestructura física propiamente dicha. se lleva a cabo si está incluido en los planes de promoción de infraestructuras hospitalarias [10]. Estas decisiones, como en México, suelen ser centralizadas, lo que también deja un dilema: construir a partir de las necesidades pero que no están en el presupuesto o, construir infraestructuras y no contar con el presupuesto para equiparlas.

1.3. Infraestructura de Salud en Jalisco

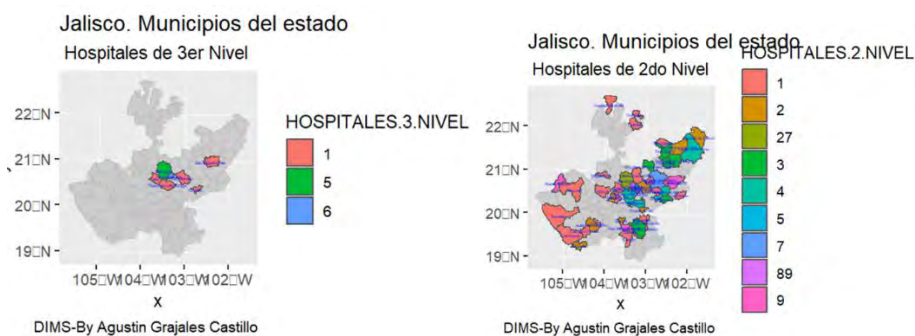
Jalisco es una de las economías más importantes de México. Su capital: Guadalajara es la tercera más poblada después de la Ciudad de México y el Estado de México, respectivamente; junto con otras cinco entidades comparten el mayor PIB (Producto Interno Bruto). [11]. Guadalajara junto con otras nueve ciudades a su alrededor forman el área metropolitana (AMG) que agrupa la más importante infraestructura de salud desde hospitales públicos hasta privados ([material complementario S1](#)). La población del oriente del estado de Jalisco debe trasladarse mayormente al AMG, donde la infraestructura y servicios especializados (segundo y

tercer nivel) se encuentran, lo que se traduce en mayores tiempos de viaje, horas-hombre sin producción de mano de obra y demanda de personal especializado.

El estado de Jalisco cuenta con 1,834 Establecimientos de Salud, denominados CLUES (Código Único de Establecimientos de Salud, IIEG) [12]; 1,492 de primer nivel; 245 de segundo nivel, y 16 de tercer nivel. Mientras que 511 se clasifican como Servicios Médicos Privados. 7 municipios concentran el 100% de hospitales de tercer nivel, y 10 municipios concentran el 70% para el segundo nivel: Guadalajara cuenta con 6 (38%) hospitales de tercer nivel y 89 (36%) de segundo nivel; Zapopan con 5 (31%) de tercer nivel y 27 (11%) de segundo nivel; Zapotlanejo, Tlajomulco, Tala, San Miguel El Alto y Ocotlán cuentan cada uno con 1 (6%) hospital de tercer nivel. Arandas, Ciudad Guzmán y Puerto Vallarta con 9 (4%) hospitales de segundo nivel; Tepatitlán, Tlaquepaque y Tonalá con 7 (3%) hospitales de segundo nivel; Ocotlán con 5 (2%) y Tlajomulco 4 (2%). Se muestran los mapas del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) y de lo anterior.



Mapa 1 Área Metropolitana de Guadalajara (AMG)



Mapa 2 Hospitales de 3er nivel

Mapa 3 Hospitales de 2do nivel

1.4. Inteligencia Artificial y Salud

La brecha digital mundial y nacional ha alcanzado todas las ciencias; las ciencias de la Salud particularmente han llegado a ser una simbiosis productiva con la tecnología. Desde la ortopedia con el uso de prótesis de materiales más resistentes, hasta el uso de dispositivos y aplicaciones para el seguimiento y autocontrol en diferentes padecimientos. Además, en los últimos años, la mejora en el análisis de datos médicos para la interpretación de diagnósticos más efectivos y eficientes, así como de los generados en los hospitales. Esta ingente cantidad de datos generados planteó la problemática de cómo trabajar con ellos. Este análisis de datos masivos, (*big data*, por sus siglas en inglés) [13], sólo es posible con el uso de la Inteligencia Artificial (*AI*, *Artificial Intelligence*, por sus siglas en inglés). Los datos masivos también incluyen conjuntos de datos específicos con tamaños y complejidades elevados que requieren técnicas algorítmicas nuevas para extraer de ellos información útil.

El uso de la inteligencia artificial, ha permitido el uso de grandes cantidades de datos [14][15][16] en todos los sectores. En medicina, marca el inicio de un fuerte impacto en tres aspectos:

- 1) en clínica, la interpretación rápida de imágenes con altos grados de precisión;
- 2) en los sistemas de salud [17], mejorando el flujo de trabajo y el potencial para reducir significativamente los errores médicos (humanos); y
- 3) en pacientes, para habilitarlos en el proceso de autocontrol para la promoción de la salud.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la información disponible contenida en las bases de datos de libre acceso del sector salud, con métodos de inteligencia artificial para generar modelos predictivos y resolver problemas de infraestructuras de salud, con una mejor toma de decisiones basada en evidencia.

2. Métodos

- 2.1. **Software utilizado.** Se utilizó el lenguaje de programación R versión 4.1.3 (<https://cran.r-project.org/>) [18] que es un lenguaje con un enfoque estadístico para la ciencia de datos y la plataforma RStudio versión 4.1.1. (<https://www.rstudio.com/>) [19], para la extracción, análisis y visualización de datos.
- 2.2. **Selección de variables y extracción de características.** Fueron incluidas (13/50) variables [20,21] tabla 1, que contribuyeron al desarrollo del modelo; se excluyeron otras, tabla 2; y con esto, eliminar la “maldición de la multidimensionalidad” [22] (reducción de variables redundantes, espurias o que no aportan información de peso al modelo;). De esta manera, se entienden mejor las relaciones entre las variables. Se agruparon los municipios en las variables NumMun (número de municipio), Zona, Mun (nombre del municipio) que no distaran en más de 90 km (DistMun); y el número de hospitales de segundo y tercer nivel (NumHosp). El resto de variables se

categorizaron en niveles bajo, medio, alto; para identificar las diferentes posibilidades de variación.

Tabla 1. Selección y descripción de variables

Variables utilizadas	Descripción	Índice: defunciones vs índices de población	Índice: defunciones y t.m.	Índice: necesidad médicos vs densidadxhab
Población	población en el quinquenio	✓	✓	✓
Pobreza	población en pobreza en el quinquenio	✓	✓	✓
Mortalidad	defunciones en el quinquenio (entidad + municipio)	✓	✓	✓
Zona	zona del municipio	✓	✓	✓
Municipio	nombre del municipio	✓	✓	✓
Número del municipio	número del municipio (entidad + municipio)	✓	✓	✓
Dist. / municipios	distancia intermunicipal (<90 km)	✓	✓	✓
TasaMortalidad	defunciones / población en el quinquenio	✓	✓	
SumaHosp	# de hospitales de 2do y 3er nivel	✓		
PoblHosp	población / sumaHosp2,3 nivel	✓		
DefvsPobr	defunciones / pobreza en el quinquenio	✓		
Densidadxhabitante	población / superficie km2			✓
Médicos100kJal	260 médicos Jalisco/ 100 mil habitantes			✓

Tabla 2. Algunas variables que no aportan información de peso al modelo

sexo	edad	edocivil	ocupación	mesnacimiento
necropsia	embarazo	nacionalidad	escolaridad	mescertificación

- 2.3. **Procesamiento de datos.** Minería de datos [23] en los archivos de trabajo para transformar la información y hacerla legible por el software. Variables cuantitativas de la tabla 1, se modelaron en los tres diferentes índices que se marcan de los tres quinquenios desagregados (2010, 2015, 2020 INEGI). Se aplicaron algoritmos de clasificación de aprendizaje automático para generar modelos de predicción tales como: árboles de decisión, bosques aleatorios y técnica *bagging*, y contrastar resultados.

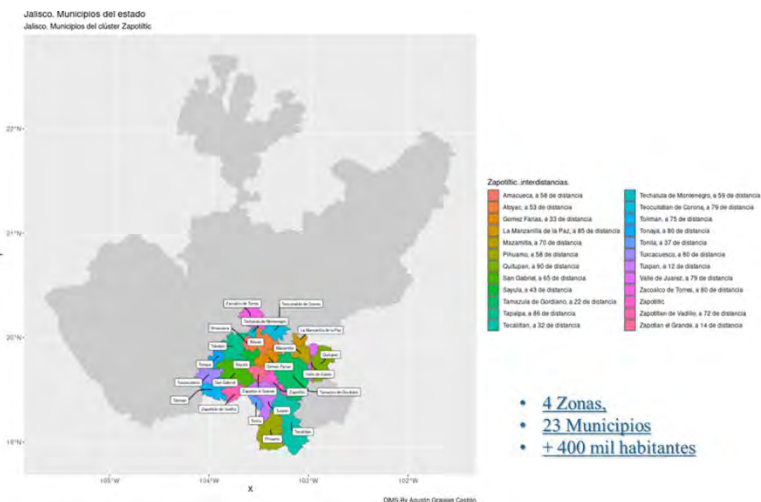
3. Resultados

Los resultados se presentan (tabla 3) con los tres algoritmos de los tres quinquenios con 13, 10 y 11 variables, y reflejar los índices de la tabla 1. Con atención en la Sensibilidad, Especificidad (clasificación correcta/incorrecta) y Precisión balanceada (Un sistema de clasificación se considera útil cuando tiene una mayor tasa de precisión en la clase mayoritaria).

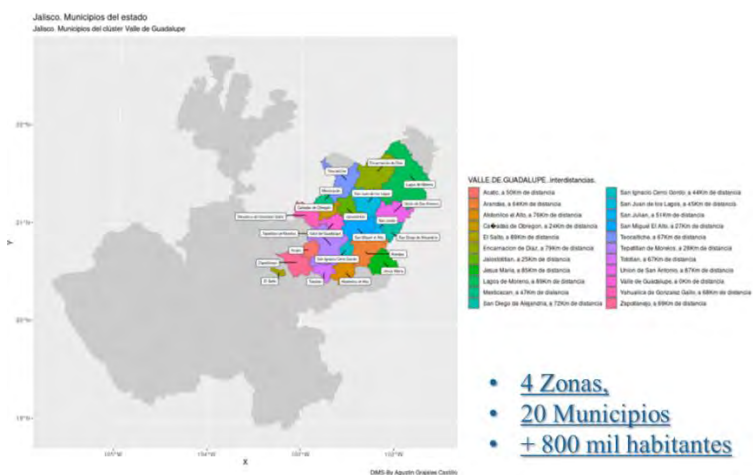
Para el quinquenio 2010-2014, con 10 variables, el mejor resultado se presenta en los árboles de decisión al 100%: Zapotiltic ([mapa 4](#)) beneficiaría a 23 municipios en 4 zonas, cubriendo una población de 439,904 habitantes. Para el quinquenio 2015-2019 con 8 variables el mejor resultado se presenta en bosques aleatorios en 88%: Valle de Guadalupe ([mapa 5](#)) beneficiaría a 20 municipios en 4 zonas, cubriendo una población de 878,305 habitantes. Para el quinquenio 2020, con 9 variables, el mejor resultado se presenta en árboles de decisión al 100%: San Juan de Los Lagos ([mapa 6](#)) beneficiaría a 15 municipios en 2 zonas, cubriendo una población de 633,063 habitantes.

Tabla 3. Resultados con los tres algoritmos de los tres quinquenios

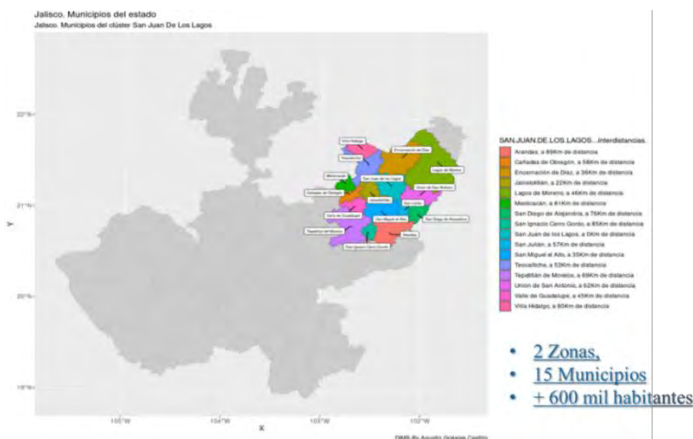
Algoritmo	Variables	Periodo	Sensibilidad %	Especificidad %	Precisión %
Árboles de decisión	10	quinquenio 2010-2014	100	100	100
Bosques aleatorios	8	quinquenio 2015-2019	100	75	88
Árboles de decisión	9	quinquenio 2020	100	100	100
Bagging	9	quinquenio 2010-2014	100	75	88



Mapa 4 Dispersión del mejor resultado Q2010-2014, después del análisis



Mapa 5 Dispersión del mejor resultado Q2015-2019, después del análisis



Mapa 6 Dispersión del mejor resultado Q2020, después del análisis

4. Conclusiones

En el trabajo realizado hasta la fecha, los avances presentados sugieren que, con una combinación óptima de variables, y análisis de datos estadísticos y algorítmicos, la información resultante es mucho más objetiva y precisa. Es evidente que no es lo mismo pronosticar una infraestructura y no instalarla (lo que hubiera salvado vidas) que instalarla cuando no es eficiente en términos de atención a los habitantes, distancias entre municipios, entre otras métricas. Como se observa en los mapas 4-6, es fundamental cubrir las zonas del oriente del estado de Jalisco, ya que la distribución actual se concentra en el área metropolitana, dejando fuera aquellos municipios y contribuyendo a la desigualdad social y el rezago económico. Con esto, aumentaría el número de camas disponibles en el estado, que actualmente es de 1.2 [5].

Esta línea de investigación multidisciplinaria relacionada con la combinación de modelos de aprendizaje automático y minería de datos [23][24][25][26], está orientada a la resolución de problemas y decisiones en infraestructuras sanitarias, con una metodología estadística asistida por la IA.

El modelo es susceptible de ser mejorado con más datos/variables que aporten valor y otros métodos de clasificación que demuestren ser más precisos. El alcance del modelo se puede trasladar a otros estados del país para apoyar de la misma forma las decisiones en salud, o en estudios que requieran de una metodología estadística y algorítmica en otras áreas de investigación y conocimiento.

5. Referencias

- [1] Jiménez, M. (2020). Sistema de salud pública, un problema más para los mexicanos. *Forbes México*. <https://n9.cl/13grl>
- [2] García, A. (2020). Los retos para mejorar el sistema de salud pública en México. *El Economista*. <https://n9.cl/etyd2>

- [3] Secretaría de Salud, G. (2010). Plan Maestro de Infraestructura Física en Salud. <https://n9.cl/2n37s>
- [4] Secretaría de Salud, G. (2010). *Certificado de Necesidad*. <https://n9.cl/kkdjzz>
- [5] Statista. (2020). *Hospital bed density select countries 2020*. <https://n9.cl/v6vo0>
- [6] Secretaria de Salud. (2018). *Sistema de Información de la Secretaría de Salud*. <https://n9.cl/wdqx5>
- [7] Weiss, et al., (2020). Global maps of travel time to healthcare facilities. *Nature Medicine*, 26, 1835–1838. <https://n9.cl/h7t0q>
- [8] Guo, et al., (2022). Income disparities in driving distance to health care infrastructure in the United States: a geographic information systems analysis. *BMC*, 15. <https://n9.cl/eg8bq>
- [9] Tétréault, et. al., (2018). Estimating the health benefits of planned public transit investments in Montreal. *Environmental Research*, 160, 412–419. <https://n9.cl/lpyx1>
- [10] Lan, et al., (2021). Governmental Investments in Hospital Infrastructure Among Regions and Its Efficiency in China: An Assessment of Building Construction. *Frontiers in Public Health*, 9(9:719839). <https://n9.cl/1qjqc>
- [11] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. (2019). Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). <https://n9.cl/0dj9>
- [12] IIEG. (n.d.). *CLUES, Clave única de establecimientos de salud*. 2010. <https://n9.cl/ctx7y>
- [13] López Murphy, J. J. y Zarza, G. (2017). *a ingeniería del big data: cómo trabajar con datos*. Editorial UOC. <https://n9.cl/gf3nd>
- [14] Galapienso, et al., (2003). *Inteligencia artificial: modelos, técnicas y áreas de aplicación*. Editorial Paraninfo.
- [15] Benítez, et al., (2014). *Inteligencia artificial avanzada*. UOC.
- [16] Hoffman, S. (2019). The Great Promise of Artificial Intelligence for Public Health. *Research & Innovation*. <https://n9.cl/6o199>
- [17] Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, 25(1), 44–56. <https://n9.cl/j7k2r>
- [18] R (4.1.3). (n.d.). <https://cran.r-project.org/>
- [19] RStudio (4.1.1.). (n.d.). <https://www.rstudio.com/>
- [20] Defunciones., D. A. de M. (2020). *Datos Abiertos de México. Defunciones*. <https://n9.cl/g0uwb>
- [21] Datos Abiertos de México - Indicadores de pobreza municipal 2010 - 2015. (2020). *Datos Abiertos de México - Indicadores de pobreza municipal 2010 - 2015*. <https://n9.cl/hg076>
- [22] Beltrán Pascual, M., Muñoz Martínez, A., & Muñoz Alamillos, Á. (2014). Redes bayesianas aplicadas a problemas de credit scoring. Una aplicación práctica. *Cuadernos de Economía*, 37, 73–86. <https://n9.cl/g80r1>
- [23] Febles Rodríguez, J. P., & González Pérez, A. (2002). Aplicación de la minería de datos en la bioinformática. *Acimed*, 10(2), 69–76.
- [24] Turban, et al., (2014). *Decision support and business intelligence systems*. Harlow Pearson.
- [25] Mikhaylov, et al., (2018). Artificial intelligence for the public sector: opportunities and challenges of cross-sector collaboration. *Philosophical transactions of the royal society a: mathematical, physical and engineering sciences*, 376(2128), 20170357.
- [26] Davenport, T., & Kalakota, R. (2019). The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthcare Journal*, 6(2), 94–98. <https://n9.cl/9znoj>

Factores que influyen en la actitud frente al phishing

Alberto Larena Luengo¹, José Javier Martínez Herraiz¹, José Amelio Medina¹

¹ Departamento de Ciencias de la Computación

Escuela Politécnica Superior

Universidad de Alcalá

28871 Alcalá de Henares (Madrid)

alberto.larena@edu.uah.es; josej.martinez@uah.es; josea.medina@uah.es

Resumen. Este artículo se centra en analizar el comportamiento de las personas y los entornos laborales frente al phishing, pudiendo haber una actitud más protectora o pasiva ante un caso de phishing, enfocándonos de forma más concreta en el contexto de la seguridad TIC en las empresas y el comportamiento humano frente al phishing. Por ello, el objetivo de este trabajo se centra en determinar los factores que están implicados en la actitud del usuario frente al phishing. Para ello, tras una revisión de la literatura, se propusieron los factores a partir de los cuales se ha realizado una propuesta de un modelo compuesto de once factores, centrados en el ámbito personal y laboral y diecisiete hipótesis que definen las interacciones entre dichos factores. Los resultados indican una alta correlación entre la cultura organizativa y la actitud frente al phishing en personas sin experiencia laboral y una mayor influencia de los factores personales en el caso de las personas con experiencia.

Palabras clave: factores, laboral, personal, actitud, phishing.

1. Introducción

Según el Instituto Nacional de Ciberseguridad [1] el phishing consiste en una táctica dónde los ciberdelincuentes envían un correo electrónico a las víctimas haciéndose pasar desde bancos e instituciones públicas hasta familiares y compañeros de trabajo, teniendo como finalidad la obtención de credenciales o la realización de transacciones fraudulentas. También, estos correos pueden incluir enlaces a páginas web fraudulentas o archivos adjuntos maliciosos para lograr dicho cometido.

En el ámbito empresarial, el phishing supone una gran amenaza debido a las posibles consecuencias que un caso exitoso puede generar, por un lado puede suponer la obtención de información confidencial de la empresa como puede ser información de clientes o contraseñas de los usuarios, por otro lado puede suponer la interrupción de los sistemas dado que en algunos casos, los ciberdelincuentes combinan las técnicas de phishing con un adjunto malicioso que puede comprometer los sistemas informáticos. Estos casos en los que un ataque de phishing es exitoso, pueden derivar en un impacto negativo tanto en la reputación de la empresa como en la confianza de sus clientes. Por lo que es fundamental que las empresas utilicen medidas para evitar que los casos de phishing sean exitosos, incluyendo medidas de seguridad adecuadas como puede ser

filtros de correo y la concienciación de los trabajadores sobre cómo identificar, evitar y notificar los posibles casos de phishing [2].

De hecho, existen casos de phishing exitosos que han tenido graves consecuencias: En enero de 2020, la compañía de cambio de divisas Travelex sufrió un ataque de phishing con un adjunto malicioso que derivó en la paralización de sus sistemas y la interrupción de operaciones en todo el mundo durante varias semanas [3]. En noviembre de 2020, las escuelas públicas del condado de Baltimore fueron objetivo de un ataque de phishing que provocó la suspensión de las clases durante varios días y pérdidas millonarias [4]. En diciembre de 2020, la Agencia Europea de Medicamentos sufrió un ataque de phishing que provocó la filtración de varios documentos relacionados con la evaluación de las vacunas contra la COVID-19 [5].

Cabe destacar que el phishing, es uno de los vectores de ataque más populares aumentando un 29%, pudiendo destacar de forma más concreta un aumento del 436% de ataques de tipo phishing a los comercios mayoristas y minoristas en 2021 con respecto a 2020, suponiendo que el 77% de las organizaciones globales sufrieron al menos algún tipo de ataque de phishing y en España la cifra asciende al 89% [6]. Además, existen múltiples noticias [7] [8] en las cuales se indica que el ser humano es el eslabón más débil en el ámbito de la ciberseguridad, teniendo el 90% de los ciberataques teniendo como origen el fallo humano. Es por ello, que en este trabajo se pretende investigar y comprender el origen y las causas de esta amenaza, la actitud frente al phishing.

2. Estado del arte

Este trabajo se centra en el ámbito de la seguridad de las TIC, que consiste en la protección de la información que almacenamos y compartimos en diversos dispositivos y sistemas, mediante el uso de diversas medidas necesarias que se encarguen de garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información, así como la integridad y disponibilidad de los propios sistemas. La Seguridad de las TIC, tiene como principal objetivo garantizar la protección adecuada de la información, para ello se deberá de considerar un conjunto equilibrado y variado de medidas de seguridad de distinta naturaleza (física, lógica, de personal, documental) de acuerdo con la normativa específica aprobada por la Oficina Nacional de Seguridad (ONS) [9].

También, nuestro trabajo se centra en el phishing, destacando los distintos tipos de phishing existentes en función del medio de transmisión o la finalidad y analizando los distintos factores psicológicos que pueden tener en cuenta los ciberdelincuentes para que sus campañas de phishing sean exitosas, por ejemplo generando interés en la víctima mediante el uso de técnicas de exclusividad, suplantando a autoridades reconocidas que en el caso de ignorarlas pueden tener graves consecuencias, haciendo uso de un sentimiento de obligación por parte de la víctima, suplantando a personas cercanas como familiares y amigos con la finalidad de acercarse socialmente a la víctima o proponiendo soluciones ante problemas que fueron expuestos anteriormente [10].

3. Metodología

El principal objetivo de este trabajo es determinar, los factores que están implicados en la actitud del usuario frente al phishing pudiendo adoptar el usuario una actitud más protectora o pasiva ante un caso de phishing.

Para poder alcanzar este objetivo se han realizado los siguientes pasos que se indican a continuación:

En primer lugar, se realizó una revisión de la literatura a partir de la cual se propusieron una serie de factores que pueden influir entre ellos y también en la actitud de una persona frente al phishing, entre estos factores podemos analizar la existencia de dos grandes bloques.

Después, se propusieron y justificaron las hipótesis a partir de la búsqueda de artículos de investigación y propuso un modelo.

Seguidamente se elaboró un cuestionario que permitiría evaluar y contrastar las hipótesis planteadas, y finalmente se centró en analizar los resultados y exponer las conclusiones..

4. Modelo Propuesto

A partir del análisis de la revisión de la literatura se han propuesto los siguientes factores que se presentan a continuación:

1. Percepción del riesgo: Consideramos que la percepción del riesgo consiste en la visión y detección de amenazas de una persona en determinados entornos y situaciones. Para este factor se han escogido las preguntas de Jalali et al. [11] que investigan sobre el porqué los empleados entran en los enlaces de phishing en los hospitales.

2. Percepción de privacidad: Consideramos que la percepción de la privacidad consiste en la visión que tiene un usuario sobre lo que se considera íntimo. Las preguntas escogidas pertenecen a Aleroud et al. [12], que estudiaron sobre la susceptibilidad al phishing en las comunidades de habla no inglesa.

3. Normas subjetivas: Consideramos que las normas subjetivas es un conjunto de componentes sociales formados por las consideraciones de una persona sobre lo que el resto de los individuos o grupos piensen sobre que ella a la hora de realizar una determinada conducta. Por un lado, hemos aceptado una pregunta del artículo de Jalali et al. [11] debido a que las preguntas del factor están alineadas con nuestra temática, por otra parte, se han aceptado tres preguntas del artículo de Kam et al. [13] ya que tratan las normas subjetivas de una forma más genérica.

4. Organización jerárquica: Consideramos que la organización jerárquica es una estructura de la empresa en la que cada trabajador, excepto el jefe, está subordinado por una única persona, teniendo el organigrama de la organización en forma de pirámide. Las preguntas escogidas pertenecen a Cetinkaya et al. [14] que propusieron un modelo sobre el efecto de los medios sociales en el rendimiento de los empleados.

5. Cultura organizativa: Consideramos que la cultura organizativa es el comportamiento social externo de la empresa, es decir, es el conjunto de los empleados y la imagen que ofrece la empresa hacia sus clientes y al resto de personas, teniendo en cuenta su filosofía medioambiental, si realizan actos caritativos y actividades similares.

Las preguntas escogidas pertenecen a Yang [15], que examinó los factores que influyen en la cultura organizativa y en la intención de abandono del trabajo.

6. Estrés laboral: Consideramos que el estrés laboral es el conjunto de reacciones fisiológicas, emocionales y la respuesta de un trabajador ante ciertas adversidades en su trabajo. Una de las preguntas seleccionadas pertenece al artículo [16] y las otras tres al artículo [17], porque se adaptan mejor a nuestras necesidades.

7. Entorno laboral: Consideramos que el entorno laboral es la composición del ambiente generado por los trabajadores y los componentes materiales que se encuentran en el lugar de trabajo. Las preguntas escogidas pertenecen a Yang [15], que analizaron el papel de la satisfacción laboral eso es consecuencias en diversos factores laborales.

8. Coordinación relacional: Consideramos que la coordinación relacional es el proceso compuesto de las comunicaciones y relaciones laborales, siendo una buena coordinación relacional la comunicación efectiva desde el respeto hacia los otros trabajadores y tener objetivos comunes. Las preguntas escogidas pertenecen a Realyvásquez et al. [18] realizaron un estudio sobre los efectos de la cultura organizativa y el trabajo en equipo en el rendimiento de los sistemas de fabricación.

9. Satisfacción laboral: Consideramos que la satisfacción laboral es la conformidad que posee una persona en relación con su lugar de trabajo y con su entorno laboral. Las preguntas escogidas pertenecen a Tolah et al. [19], que examinaron los factores influyentes en la cultura de la seguridad

10. Factores personales: Consideramos que los factores personales son el conjunto de elementos que definen a un ser humano, teniendo como principales factores la apertura a la experiencia, la responsabilidad, la extraversión, la amabilidad y el neuroticismo. Las preguntas escogidas pertenecen a Van der Schyff y Flowerday [20], que analizaron los factores mediadores en la preocupación por la seguridad.

11. Actitud frente al phishing: consideramos que la actitud frente al phishing es la predisposición de una persona ante esta amenaza, pudiendo ser más precavida o protectora. Las preguntas escogidas pertenecen a Bahrami et al. [21], que estudiaron sobre los efectos de la gestión de seguridad y la motivación teniendo en cuenta factores de comportamiento, organizativos y de actitud.

En cuanto a cómo interaccionan los factores, se han propuesto las siguientes hipótesis:

1. La satisfacción laboral tiene un impacto positivo en la actitud frente al phishing.
2. La coordinación relacional tiene un impacto positivo en el entorno laboral
3. La coordinación relacional tiene un impacto positivo en la actitud frente al phishing.
4. Los factores personales tienen un impacto positivo en la coordinación relacional.
5. Las normas subjetivas tienen un impacto positivo en la actitud frente al phishing.
6. Los factores personales tienen un impacto positivo en la satisfacción laboral.
7. La cultura organizativa tiene un impacto positivo en la coordinación relacional.
8. La coordinación relacional tiene un impacto positivo en la satisfacción laboral.
9. El entorno laboral tiene un impacto positivo en la satisfacción laboral.
10. La cultura organizativa tiene un impacto positivo en la satisfacción laboral.
11. La cultura organizativa tiene un impacto positivo en el entorno laboral.
12. El estrés laboral tiene un impacto negativo en la satisfacción laboral.
13. Los factores personales tienen un impacto positivo en la actitud frente al phishing.

14. La percepción de privacidad tiene un impacto positivo en la actitud frente al phishing.

15. La percepción del riesgo tiene un impacto positivo en la actitud frente al phishing.

16. Los factores personales tienen un impacto positivo en la percepción de la privacidad.

17. Los factores personales tienen un impacto positivo en la percepción del riesgo.

5. Resultados

Los resultados obtenidos indican que las personas que no poseían experiencia laboral tenían una gran correlación entre la percepción de la privacidad y normas subjetivas con la actitud frente al phishing, además se destaca una relación entre la cultura organizativa y la actitud frente al phishing. También que la coordinación relacional repercute en la satisfacción laboral y en el entorno laboral, los factores personales afectan a la percepción de privacidad y a la percepción del riesgo y, por último, existe una menor correlación, entre la coordinación relacional y la actitud frente al phishing.

En los resultados generados por las personas con experiencia laboral, indican que existe una alta correlación entre los factores personales y la percepción de privacidad y las normas subjetivas con la actitud frente al phishing. Además, existían hipótesis con altos índices de correlación destacables, como son los casos de los factores personales y coordinación relacional con la satisfacción laboral.

6. Discusión

Si contrastamos los resultados obtenidos entre las personas que poseían experiencia laboral y las que no, apreciábamos que en el caso de las personas que no poseían experiencia laboral, existía una mayor correlación entre los factores enfocados en el ámbito organizativo, destacando la alta correlación entre la cultura organizativa y la actitud frente al phishing, por lo que pudimos considerar que las personas sin experiencia laboral podrían pensar que la propia empresa juega un papel fundamental en la actitud frente al phishing. Sin embargo, al observar los resultados de las personas con experiencia laboral se pudo apreciar que existe una mayor correlación en los factores enfocados en el ámbito personal con respecto al organizativo, pudiendo considerarse que las personas con experiencia laboral poseían una mayor autonomía dentro de la empresa, por lo que se podrían ver más influenciados por ellos mismos en la actitud frente al phishing.

Teniendo en cuenta lo anterior, pudimos considerar que los resultados obtenidos se encuentran en línea con los datos encontrados en los artículos analizados en función del grupo que estemos analizando, estando el modelo de personas con experiencia laboral más alineado con el ámbito personal y el modelo basado en personas sin experiencia laboral más alineado con el ámbito empresarial. También, cabe destacar que en los artículos analizados se trataba los factores personales de una forma más específica, considerando que los factores personales están compuestos generalmente por cinco

factores y en el caso de los factores que implican percepción se tendía a generalizarlos en vez de dividirlos en tres factores distintos como ha sido nuestro caso.

7. Conclusiones

Esta investigación refleja que los factores humanos son un aspecto fundamental frente a las amenazas cibernéticas, dado que, a pesar de los grandes avances tecnológicos en el ámbito de la ciberseguridad, los seres humanos siguen siendo un eslabón que puede marcar la diferencia debido a que los ciberdelincuentes pueden aprovecharse de las debilidades humanas, como la falta de atención, el estrés y la negligencia. También, los riesgos cibernéticos no son algo que se limiten tan solo a los sistemas de la información, sino que también existe una influencia de los factores humanos y organizacionales, como sucede con los ataques cibernéticos que tienen como objetivo a los propios empleados de una empresa mediante técnicas de ingeniería social como el phishing. Por último, al igual que en los sistemas de información existen contramedidas, en el caso de los factores humanos existen cursos y formaciones que se imparten a los trabajadores para su concienciación en el ámbito de la ciberseguridad.

Este trabajo puede ser utilizado como base para los directivos de las empresas a la hora de desarrollar los distintos planes de seguridad en los puestos de trabajo con el fin de minimizar al máximo los riesgos de seguridad.

A lo largo se han observado nuevas líneas de investigación como son el análisis de los trabajadores desde una perspectiva de género y de nivel jerárquico en la empresa (puestos base, mandos medios y directivos).

8. Referencias

- [1] Incibe. (Jul 4,2023). Phishing. Available: <https://www.incibe.es/aprendeciberseguridad/phishing>.
- [2] E. Sardanyés. (Jul 4,2023). Phishing: ¿Qué es y cómo afecta a tu empresa?. Available: <https://www.esedsl.com/blog/phishing-que-es-como-afecta-empresa>.
- [3] Titanadmin. (Jan 20,2020). Warnings Issued About Travelex Phishing Scams. Available: <https://www.spamtitan.com/blog/warnings-issued-about-travelex-phishing-scams/>.
- [4] L. Barr. (Jan 26,2023). Baltimore schools cyber attack cost nearly \$10M: State IG. Available: <https://abcnews.go.com/US/baltimore-schools-failed-fully-act-security-recommendations-cyber/story?id=96671802>.
- [5] J. Davis. (Jan 13,2021). Hackers Leak COVID-19 Vaccine Data Stolen During EU Regulator Breach. Available: <https://healthitsecurity.com/news/hackers-leak-covid-19-vaccine-data-stolen-during-eu-regulator-breach>.

- [6] Zscaler. (2022). Informe sobre el phishing 2022 de ThreatLabz. Available: <https://www.zscaler.es/resources/infographics/2022-threatlabz-phishing-report-infographic.pdf>.
- [7] Kaspersky. (Mar,2022). El factor humano es uno de los principales factores a tener en cuenta en la ciberseguridad corporativa. Available: https://v-valley.es/wp-content/uploads/2022/03/Human-factor_main-threats_final_ES.pdf.
- [8] Entelgy. (Abr 12,2021). La persona es el eslabón más débil de la cadena. Available: <https://www.entelgy.com/divisiones/digital/actualidad-digital/digital/noticias-corporativas-digital/la-persona-es-el-eslabon-mas-debil-de-la-cadena>.
- [9] Centro Criptológico Nacional. (Jul,2016). Política de seguridad de las TIC (CCN-STIC 001). Available: <https://www.ccn-cert.cni.es/pdf/guias/series-ccn-stic/guias-de-acceso-publico-ccn-stic/1579-ccn-stic-001-informacion-clasificada-en-la-administracion/file.html>.
- [10] J. Cano. (Aug 16,2022). El phishing y el error humano. Más allá de los entrenamientos y las simulaciones. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/el-phishing-y-error-humano-m%C3%A1s-all%C3%A1-de-los-jeimy-cano-ph-d-cfe/>.
- [11] M. Jalali et al, "Why Employees (Still) Click on Phishing Links: An Investigation in Hospitals," SSRN Electronic Journal, 2019. . DOI: 10.2139/ssrn.3317498.
- [12] A. Aleroud et al, "An examination of susceptibility to spear phishing cyber attacks in non-English speaking communities," Journal of Information Security and Applications, vol. 55, pp. 102614, 2020. Available: <https://dx.doi.org/10.1016/j.jisa.2020.102614>. DOI: 10.1016/j.jisa.2020.102614.
- [13] H. Kam, T. Mattson and D. J. Kim, "The “Right” recipes for security culture: a competing values model perspective," Information Technology & People (West Linn, Or.), vol. 34, (5), pp. 1490-1512, 2021. Available: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ITP-08-2019-0438/full/html>. DOI: 10.1108/ITP-08-2019-0438.
- [14] A. Cetinkaya, Sukru and M. Rashid, "The Effect of Social Media on Employees' Job Performance: The mediating Role of Organizational Structure," 2018.
- [15] H. Yang, "Research on the influencing factors of organizational culture on turnover intention--a case study of samsung (china) group," .
- [16] Y. Lu et al, "The relationship between job satisfaction, work stress, work–family conflict, and turnover intention among physicians in Guangdong, China: a cross-sectional study," BMJ Open, vol. 7, (5), 2017. . DOI: 10.1136/bmjopen-2016-014894.
- [17] Y. Lee, "Model of Expatriates’ Job Performance Based on Cross-Cultural Adjustment to Work Stress and Work Adaptation," Theoretical Economics Letters, vol. 11, (3), pp. 540-557, 2021. . DOI: 10.4236/tel.2021.113036.

- [18] A. Realyvásquez, A. A. Maldonado-Macías and L. Avelar-Sosa, "Effects of Organizational Culture and Teamwork on Manufacturing Systems' Performance," *Management and Industrial Engineering*, pp. 353, 2017. . DOI: 10.1007/978-3-319-56871-3_17.
- [19] A. Tolah, S. M. Furnell and M. Papadaki, "An empirical analysis of the information security culture key factors framework," *Computers & Security*, vol. 108, 2021. . DOI: 10.1016/j.cose.2021.102354.
- [20] K. van der Schyff and S. Flowerday, "Mediating effects of information security awareness," *Computers & Security*, vol. 106, pp. 102313, 2021. Available: <https://dx.doi.org/10.1016/j.cose.2021.102313>. DOI: 10.1016/j.cose.2021.102313.
- [21] Hojat Hamidi, Leyla Bahrami and Naser Safaie, "Effect of motivation, opportunity and ability on human resources information security management considering the roles of Attitudinal, behavioral and organizational factors," *International Journal of Engineering. Transactions C, Aspects*, vol. 34, (12), pp. 2624, 2021. Available: <https://search.proquest.com/docview/2577086881>. DOI: 10.5829/ije.2021.34.12c.07.

Desarrollo de un generador de fichas docentes usando sistemas de inteligencia artificial

Antonio Sarasa Cabezuelo¹

¹ Departamento de Sistemas Informáticos y Computación. Universidad Complutense de Madrid (España)
asarasa@ucm.es

Resumen. Una tarea que deben realizar los profesores todos los años es la edición o creación de las guías docentes de las asignaturas que impartirán al año siguiente. Esta labor normalmente es bastante tediosa dado que requiere rellenar un documento con un gran número de campos de información. La información de algunos de estos campos podría ser automáticamente generada conociendo el significado de la información que contiene un campo, y facilitando así la tarea de edición de la guía. En este artículo, se presenta una aplicación que permite crear las guías docentes de los diferentes grados de una facultad con la particularidad de que para la edición de las mismas se dispone de funciones que usan componentes inteligentes que ayudan al profesor a rellenar la guía. Así mismo, la herramienta soporta la gestión del resto de entidades involucradas en la creación de una guía (facultades, departamentos, asignaturas, profesores, y coordinadores de asignaturas).

Palabras clave: Guías docentes. Herramienta de edición. Inteligencia artificial. GPT-3.5 Turbo

1. Introducción

La creación y edición de las guías docentes [1] de los grados de las facultades es una tarea que debe ser realizada todos los años. En general, esta tarea es costosa debido al número de campos de información que son necesarios rellenar. En este sentido, algunos campos de información de estas guías se repiten en diferentes asignaturas y además también en algunos casos se podría automatizar su relleno si se conoce el significado del tipo de información que debe contener un campo.

Actualmente, se ha producido una revolución en el campo de la inteligencia artificial al disponer de potentes herramientas capaces de procesar lenguaje natural o aprender patrones que se repiten en la información que procesan. Este es el caso de herramientas como [2] ChatGPT, Google Bard o CM3leon que son capaces de generar información de acuerdo a determinadas condiciones definidas en lenguaje natural o realizar procesamientos sobre información expresada igualmente en lenguaje natural tal como realizar resúmenes, criticar la información contenida o generar información parecida a la proporcionada. Estas herramientas pueden ser utilizadas como cajas negras [3] a las que se les solicita un servicio y devuelven el resultado del mismo, lo que permite su integración dentro de una aplicación como con componente software más.

En este artículo, se describe una herramienta que permite la edición y creación inteligente de guías docentes en el contexto de un grado de una facultad usando dos componentes inteligentes que ayudan por un lado a extraer la información de una guía docente rellena y por otro lado a generar de forma automática sugerencias para rellenar algunos de los campos de información conocido el significado de la información que contiene un campo de la guía.

El artículo se estructura de la siguiente manera. En la sección 2 se presenta la arquitectura de la aplicación. En la sección 3 se presenta la funcionalidad. A continuación en la sección 4 se comenta el uso de las herramientas de inteligencia artificial, y por último en la sección 5 se indican las conclusiones y líneas de trabajo futuro.

2. Arquitectura de la aplicación

En la figura 1 se muestra un esquema de la arquitectura de la aplicación. En este sentido, desde el cliente se realizan peticiones al servidor a través de un api de servicios web, que garantiza la reusabilidad de las funcionalidades así como su extensibilidad. El servidor se encarga de procesar las solicitudes del cliente, acceder a la base de datos y devolver las respuestas correspondientes. Por otra parte, el servidor hace uso de dos APIs externas, Azure Form Recognizer de Microsoft y el modelo GPT-3.5-Turbo de OpenAI, para implementar algunas de las funciones de la aplicación. La primera de ellas se utiliza para analizar y extraer el contenido de documentos en formato pdf, y la segunda permite la generación de sugerencias personalizadas.

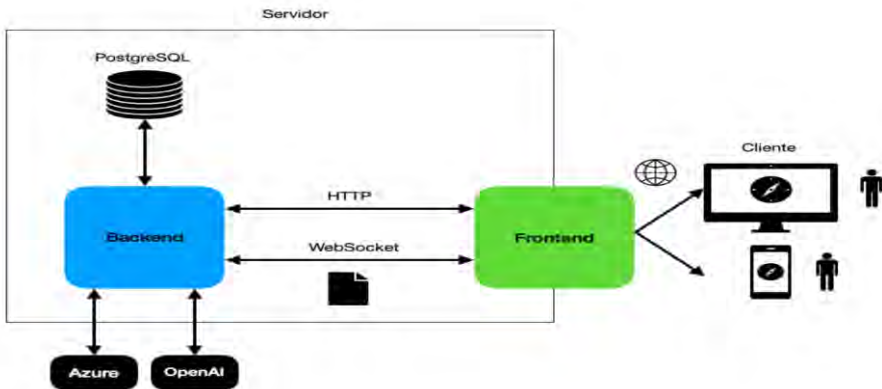


Fig. 1. Arquitectura de la aplicación.

La base de datos se ha implementado utilizando PostgreSQL. La aplicación requiere almacenar información relacionada con facultades, departamentos, usuarios, grados, asignaturas, módulos y cursos. Para ello, se han definido siete tablas que representan las entidades de información que el sistema necesita gestionar (guías docentes, módulos, materias, grados, usuarios, departamentos y facultades).

3. Funcionalidad

En la aplicación se han definido funciones para tres tipos de usuarios: profesores, administrador de la facultad y un superusuario.

En primer lugar, cualquier usuario podrá acceder a la funcionalidad de la herramienta mediante un login basado en un usuario y un password (Figura 2.a). Los usuarios son creados directamente por el superusuario de la aplicación. Una vez autenticado, el usuario puede realizar algunas acciones sobre su cuenta tales como consultar su correo electrónico, su nombre y su rol, o cambiar su correo electrónico, su nombre o su contraseña. Para realizar cualquier cambio, cuando el usuario pulsa en alguna de las opciones disponibles, se despliega una nueva ventana que permite realizar la acción seleccionada introduciendo el nuevo valor a cambiar.

Todas estas acciones pueden ser realizadas desde la página “Preferencias” (Figura 2.b) a la que se accede desde la página principal del usuario.

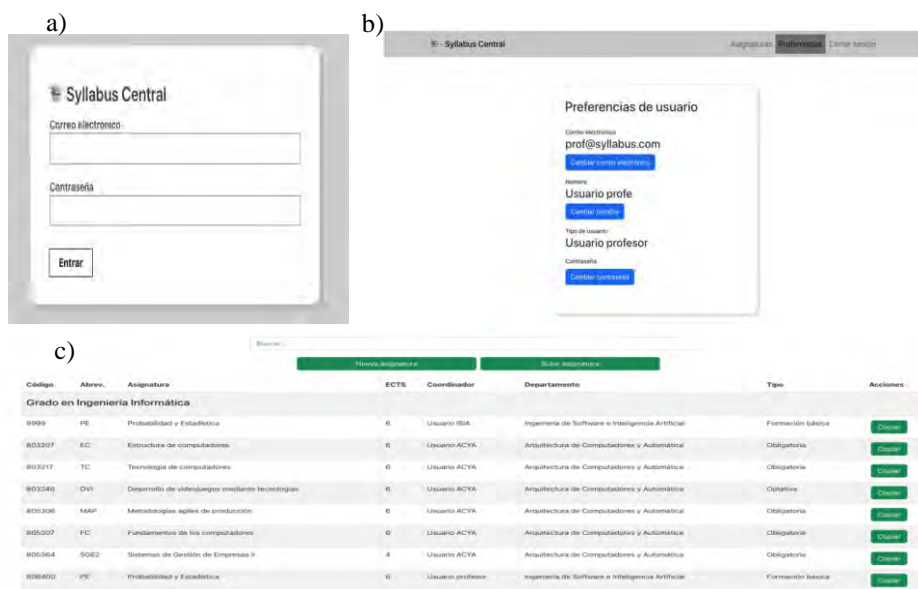


Fig. 2. a) Pantalla de login, b) Pantalla principal, c) Pantalla de asignaturas

Cada usuario autenticado tiene asociada una pantalla que muestra un listado de las asignaturas (Figura 2.c) a las que tiene acceso así como un conjunto de posibles acciones: crear nueva asignatura, subir asignatura, buscar y visualizar asignatura. Sin embargo, observar que no todos los usuarios tienen acceso a todas las guías docentes ni pueden realizar las mismas acciones. En este sentido, los usuarios con rol de profesor sólo pueden visualizar las asignaturas de su departamento, mientras que los usuarios con rol de administrador de facultad o superadministrador podrán visualizar todas las asignaturas de la facultad a la que pertenecen así como crear o eliminar una asignatura.

Para crear una nueva asignatura, se pulsa sobre el botón “Nueva asignatura”, y como resultado se genera una pantalla que muestra una guía docente vacía (Figura 3.a). En primer lugar, se debe rellenar los campos grado y nombre de la asignatura, lo cual habilitará las opciones de los campos “Curso”, “Materia” y “Módulo”. A continuación, se debe rellenar el campo “Departamento” para que se habiliten las opciones de edición del coordinador. Además, si se activa en la pantalla en interruptor “Generar sugerencias” (y se han introducido los valores del campo grado y nombre de la asignatura) entonces cada vez que se pulse sobre un campo de información de la guía docente, se cargarán un conjunto de sugerencias acerca de cómo rellenar ese campo (Figura 3.b). Para añadir una sugerencia, el usuario debe pulsar sobre un botón que tiene asociado, lo cual tendrá como resultado, añadir el contenido al campo de información correspondiente. Una vez rellena la guía, esta se guarda pulsando sobre el botón confirmar.

Figure 3 consists of two parts, a) and b). Part a) shows a form titled "Guía docente" with a close button (X). Below the title, there is a message: "Las sugerencias se generarán si están indicados el nombre de la asignatura y el grado:" and a toggle switch labeled "Generar sugerencias" which is currently turned on. The form contains several input fields: "Grado" (with a dropdown arrow), "Curso" (with a dropdown arrow), "Cuatrimestre" (with a dropdown arrow), "Idioma" (with a dropdown arrow), "Código" (with a dropdown arrow), "Nombre de la asignatura" (text input), "Nombre en inglés" (text input), "Abreviatura" (text input), "Materia" (with a dropdown arrow labeled "Selecciona..."), "Tipo" (with a dropdown arrow labeled "Selecciona..."), "ECTS" (with a dropdown arrow labeled "Selecciona..."), and "Módulo" (with a dropdown arrow labeled "Selecciona..."). Part b) shows a list of suggestions for the "Nombre de la asignatura" field. The suggestions are: "Desarrollo de Sistemas Interactivos", "Interactive Systems Development", "Development of Interactive Systems", "Interactive Systems Design and Development", "Designing Interactive Systems", "Creating Interactive Systems", and "Building Interactive Systems". Each suggestion is enclosed in a light blue rounded rectangle.

Fig. 3. a) Guía docente vacía, b) Sugerencias para rellenar campo de información

Por otro parte, cualquier profesor puede visualizar el contenido de la guía docente de una asignatura del listado mostrado en la pantalla. Para ello basta que pulse sobre la asignatura, y como resultado se mostrará una ventana que muestra el contenido de la guía docente de la asignatura. Además en caso de que profesor sea coordinador de esa asignatura, en la parte inferior de la pantalla aparecen habilitados dos botones que permiten editar o eliminar la asignatura (en caso de no ser coordinador, aparecen deshabilitados). Si se pulsa sobre el botón “Editar”, se muestra una pantalla como en el caso de la creación de una guía docente, donde se pueden hacer las mismas acciones salvo que algunos campos no son editables tal como el campo “Código” no es editable. Una vez editada se pulsa sobre el botón “Confirmar” para guardar los cambios. Y si el coordinador pulsa sobre el botón “Eliminar”, se muestra una ventana donde debe confirmar la acción antes de producirse la eliminación.

Así mismo, desde la pantalla del listado de asignaturas, un profesor coordinador puede copiar una guía docente o subir una guía docente. Para copiar una guía, se debe pulsar sobre el botón “Copiar” que hay junto a la asignatura que desea ser copiada. Como resultado, se mostrará una pantalla de edición con el contenido de la guía docente que se ha copiado salvo los campos Grado, Curso, Código, Materia y Módulo. Estos campos deben ser rellenados por el coordinador, y el resto de campos podrán ser modificados siguiendo los mismos pasos que en la creación de una guía. Una vez finalizada la edición de la guía, se pulsará sobre el botón “Confirmar”. Y para subir una guía docente contenida en un documento al sistema, el coordinador deberá pulsar sobre el botón “Subir una guía docente” que hay junto al botón de “Nueva asignatura”. Como resultado, se mostrará una ventana donde se puede arrastrar o seleccionar el fichero que se desee añadir, y a continuación se pulsará sobre el botón “Subir”. Si no se produce ningún error, entonces se mostrará una pantalla de edición que contiene los datos extraídos de la guía subida con el objetivo de que el usuario los valide o modifique aquellos campos de información que contienen información errónea. Por último, deberá pulsar sobre el botón “Confirmar” para guardar la guía subida.

Finalmente, cualquier profesor puede buscar una asignatura desde la barra de búsqueda que aparece en la parte superior de la ventana que muestra el listado de asignaturas. Para realizar estas búsquedas puede emplear filtros (por nombre, abreviatura o código).



Fig. 4. Pantalla de edición de grado.

Por otro lado, el administrador de facultad y superusuario disponen de un conjunto de funciones exclusivas a las que se accede desde varias pantallas.

En primer lugar, desde la pantalla de “Grados” (Figura 4), se puede gestionar toda la información referida a los grados de una facultad. En dicha pantalla, se muestra un listado de los grados definidos. Si se pulsa sobre un grado concreto, se abre una pantalla de edición con toda la información referida a dicho grado pudiendo modificar cualquier campo (en particular el nombre del grado y del coordinador del mismo) así como eliminar el grado pulsando sobre el botón “Eliminar” lo cual eliminará todas sus asignaturas, materias y módulos. Además desde la página principal de la pantalla de grados, se puede crear un nuevo grado pulsando sobre el botón “Nuevo grado” que muestra una pantalla donde se pueden introducir los datos referidos al nuevo grado (nombre del grado, duración y usuario coordinador).

Desde la pantalla de “Departamentos” se puede gestionar toda la información referida a los departamentos de una facultad. En dicha pantalla, se muestra un listado de los departamentos. Si se pulsa sobre uno concreto, se abre una pantalla de edición

con toda la información referida a dicho departamento pudiendo modificar cualquier campo (en particular el nombre y abreviatura del mismo) así como eliminar el departamento si no tiene usuarios asociados al mismo pulsando sobre el botón “Eliminar”. Además desde la página principal de la pantalla de departamentos, se puede crear un nuevo departamento pulsando sobre el botón “Nuevo departamento” que muestra una pantalla donde se pueden introducir los datos referidos al nuevo departamento (nombre del departamento y abreviatura). Así mismo, desde esta misma pantalla, también es posible acceder a la pantalla de guías docentes antes descrita.

Desde la pantalla de “Módulos y Materias” se puede gestionar toda la información referida a los módulos y materias definidos en una facultad. En dicha pantalla, se muestra un listado de los mismos. Si se pulsa sobre uno concreto, se abre una pantalla de edición donde se puede modificar el nombre del mismo o bien eliminarlo pulsando sobre el botón “Eliminar” lo cual produce la eliminación de todas las asignaturas asociadas al mismo (también se elimina un módulo o materia si se eliminan todas las asignaturas asociadas al mismo). Además desde la página principal de la pantalla, se puede crear un nuevo módulo o materia pulsando sobre el botón “Nuevo módulo” o “Nueva materia” en la parte superior de la página donde se introducirá el nombre del Módulo o Materia y su Grado. Así mismo, desde esta misma pantalla, también es posible acceder a la pantalla de guías docentes antes descrita pulsando sobre cualquier asignatura asociada a un módulo o materia.

Por último, desde la pantalla de “Usuarios” se puede gestionar toda la información referida a los usuarios de la aplicación. En dicha pantalla, se muestra un listado de los mismos. Si se pulsa sobre uno concreto, se abre una pantalla de edición donde se puede modificar el nombre del Usuario, su correo electrónico, contraseña o departamento, con la única restricción de que un usuario solo puede editar a usuarios con un rol menor. También desde esta pantalla de edición, se puede eliminar un usuario pulsando sobre el botón “Eliminar” salvo en los casos en que un usuario coordine alguna asignatura o tenga un rol igual o superior. Además desde la página principal de la pantalla, se puede crear un nuevo usuario con rol Profesor, pulsando sobre el botón “Usuarios” o “Nueva materia” en la parte superior de la página donde se introducirá el nombre del Usuario, su correo electrónico, contraseña por duplicado y departamento.

Por su parte el superusuario tiene definidas un conjunto de funciones que son exclusivas del mismo: En primer lugar puede cambiar el tipo de usuario usando el botón “Hacer administrador” si se trata de un usuario profesor, o “Quitar administrador” si se trata de un usuario administrador de Facultad, para cambiar su tipo de Usuario. En segundo lugar, puede gestionar la información referida a una facultad desde una página denominada “Facultades” que muestra un listado con todas las facultades dadas de alta en el sistema. Desde esta página se puede ver la información de una facultad pulsando sobre el botón “Acceder” asociado a la facultad del listado que se quiere visualizar. Como resultado se mostrará una pantalla con toda la información de la facultad en modo editable, de manera que el superusuario podrá modificar los campos de información referidos a la facultad, pudiendo guardar los cambios, pulsando sobre el botón “Aceptar”. Así mismo, desde esta misma pantalla de edición, también se podrá eliminar la facultad pulsando sobre el botón “Eliminar”, en cuyo caso se eliminan todos sus usuarios, grados, asignaturas, materias, módulos y departamentos. Por último, desde la página de “Facultades” se puede crear una nueva facultad pulsando sobre el botón

“Nueva facultad” que mostrará una pantalla de edición donde se podrán rellenar los datos de la nueva facultad, y a continuación pulsar sobre el botón “Aceptar”.

4. Herramientas de inteligencia artificial utilizadas

En la aplicación se han utilizado dos herramientas de inteligencia artificial con el objetivo de mejorar la eficiencia de la herramienta: Azure Form Recognizer [4] y el modelo GPT-3.5 Turbo[5].

La primera herramienta permite extraer información de documentos digitales estructurados como aquellos que describen una factura, un formulario, un informe, o como en el caso de la aplicación una guía docente. Para ello, la herramienta utiliza un modelo neuronal que debe ser entrenado previamente con documentos similares de los que se quiere extraer información, de forma que el modelo aprenda a reconocer patrones y extraer información específica de los documentos. Así pues para usar la herramienta, en primer lugar se debe proporcionar un conjunto de documentos representativos que contienen los datos a extraer, los cuales deben estar etiquetados indicando los campos de información que se desean reconocer así como el tipo de información contenida. En el caso de la aplicación desarrollada se han utilizado como documentos de entrenamiento las guías docentes de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad Complutense de Madrid en el curso 2022-2023. En las guías se ha marcado de forma manual la información objetivo del reconocimiento tal como nombre de la asignatura, número de créditos, bibliografía, etc. Una vez entrenado el modelo, cuando se le pasan guías docentes que no han sido procesadas, entonces realiza el proceso de extracción, y da como resultado un documento en formato JSON que replica la estructura de la guía docente. De esta forma, posteriormente se puede procesar el documento json para explotar su información. Una limitación de esta herramienta es el hecho de que la corrección del proceso de extracción depende del número y tipo de documentos que se han utilizado en el entrenamiento, de manera que no se puede garantizar que vaya a funcionar con guías docentes que presenten diferencias con respecto a las usadas en el entrenamiento.

Con respecto a la segunda herramienta utilizada, se trata de un modelo de lenguaje que permite generar texto. Se basa en un modelo de aprendizaje profundo denominado Transformers que es usado para procesamiento automático de lenguaje natural. Así, este modelo es entrenado utilizando grandes cantidades de datos textuales de diversos dominios con el objetivo de que aprenda patrones y estructuras lingüísticas. En el caso de la aplicación desarrollada, se ha utilizado para obtener sugerencias acerca de cómo rellenar los campos de las guías docentes que se desean crear con la herramienta. Concretamente, cuando se rellenan los campos “Nombre” y “Grado”, entonces el modelo de lenguaje se emplea para generar sugerencias para algunos de los campos de información de las guías docentes: “Nombre en inglés”, “Descripción de contenidos mínimos”, “Programa”, “Competencias básicas”, “Competencias generales”, “Competencias específicas”, “Evaluación”, “Resultados de aprendizaje” y “Bibliografía”. Las sugerencias se muestran como una secuencia de cadenas de texto individuales, de manera que el usuario puede seleccionar una sugerencia concreta para que sea añadida a un campo de información de la guía docente. Es importante observar

que este modelo de lenguaje no tiene acceso a la base de datos de la aplicación ni a ningún tipo información específica referida a los cursos o programas académicos que se reflejan en las guías docentes usadas en el entrenamiento, y que además el modelo no ha sido entrenado específicamente para realizar esta tarea en particular. Es por estas razones que es posible que a veces genere información incorrecta no esperada.

5. Conclusiones

En este artículo se ha presentado una herramienta para la edición inteligente de guías docentes de grados de una facultad. Mediante el uso de dos componentes inteligentes se automatiza el relleno de algunos de los campos de información de una guía docente haciendo sugerencias al profesor de contenidos para rellenarlas. Así mismo, la herramienta ofrece la funcionalidad necesaria para gestionar el resto de actores que intervienen en el proceso de edición y creación (facultades, grados, profesores y coordinadores de asignaturas). El sistema basa su funcionamiento en guías docentes rellenas de otros años anteriores.

Sin embargo, la aplicación puede ser mejorada o ampliada de varias formas tales como la integración de un buscador de bibliografía, ampliación del número de campos rellenables automáticamente, exportación de las guías a otros formatos, ampliar la base de entrenamiento del modelo, mejorar las sugerencias realizadas por el sistema o permitir la subida por lotes de guías docentes previamente rellenas.

Agradecimientos

Me gustaría agradecer al estudiante Daniel Durán Rivero por su participación en la implementación de la aplicación

Referencias

- [1] Fernández, A. M., Reyes, M. J., & López, M. I. V. (2022). Tecnologías de la información y comunicación (TIC) en formación y docencia. FMC-Formación Médica Continuada en Atención Primaria, 29(3), 28-38.
- [2] Molina, J. A., & Cordero, M. Q. (2023). ChatGPT: la creación automática de contenidos con Inteligencia Artificial y su impacto en la comunicación académica y educativa. Desiderata, (22), 136-142
- [3] Solís, M. E. C., Martínez, E. L., Degante, E. C., Godoy, E. P., & Martínez, Y. A. (2023). Inteligencia artificial generativa para fortalecer la educación superior: Generative artificial intelligence to boost higher education. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 4(3), 767-784.
- [4] Microsoft Corporation, «Azure Form Recognizer». Accedido: 14 de septiembre de 2023. <https://azure.microsoft.com/eses/products/form-recognizer>.
- [5] OpenAI, «GPT-3.5-Turbo». 2022. Accedido: 14 de septiembre de 2023. <https://platform.openai.com/docs/models/overview>.

Factores que influyen en la satisfacción laboral de los empleados de las empresas tecnológicas

Carla Civantos Martos¹, José Amelio Medina Merodio¹

¹ Departamento de Ciencias de la Computación
Escuela Politécnica Superior
Universidad de Alcalá
28871 Alcalá de Henares (Madrid)
carla.civantos@edu.uah.es; josea.medina@uah.es

Resumen. El bienestar y la salud mental de las personas está siendo cada vez más valorado por la sociedad. En el ámbito laboral, La satisfacción es uno de los principales objetivos de los empleados y con este estudio queremos que las organizaciones le den esa misma importancia porque repercute directamente en sus trabajadores, producción y valor como empresa. En este estudio se analiza un conjunto de factores que influyen en la satisfacción laboral de un empleado. El conjunto de factores planteados se divide por entorno (salario, ubicación, igualdad, conciliación laboral, estrés y beneficios sociales), individuo (confianza, resiliencia, formación, influencia social, lealtad, habilidades digitales, flexibilidad y actitud) y trabajo en equipo (reconocimiento, coordinación relacional y distancia jerárquica). Posteriormente se han planteado las hipótesis que muestran la influencia entre los factores y se ha propuesto el modelo. Por último, se ha generado un cuestionario final que ha permitido aceptar o rechazar las hipótesis planteadas.

Palabras clave: Satisfacción laboral, entorno, individuo, trabajo en equipo, SEM.

1 Introducción

Cada vez más, las empresas están interesadas en conocer la satisfacción de los empleados, con ese fin se han desarrollado indicadores como 'eNPS' que permite a las empresas calcular el nivel de compromiso y satisfacción de los empleados en una empresa.

Así, Iglesias Álvarez [1] indico que las empresas tecnológicas son las que más recursos emplean para mejorar las vidas de los trabajadores en las organizaciones. Con los resultados sobre el último trienio, se puede observar que las mejoras están surgiendo efecto y los niveles de satisfacción mejoran con el tiempo.

Medir la satisfacción de los trabajadores en una organización es complicado, a las personas les afectan muchas variables en su día a día y en las organizaciones tecnológicas la evolución constante y la innovación supone para los empleados estar en algunos casos en situaciones de estrés que se mantienen en el tiempo y hacen que el

clima laboral se vea afectado. Esta es una posible razón por la que realizar análisis de la satisfacción en el trabajo.

Además, después de la pandemia de COVID-19, los hábitos y pensamientos de la sociedad han cambiado. Antiguamente se valoraba tener un trabajo estable, mantenerlo para la seguridad económica de cualquier persona y en la actualidad, este no es el principal beneficio para los trabajadores. Ahora se busca sentirse realizado como trabajador, se le da más importancia a la salud mental, el bienestar psicológico, la motivación, el desarrollo personal y profesional y las condiciones laborales como el teletrabajo. La sociedad, sobre todo la más joven, cree que cambiar de trabajo y moverse en diferentes puestos y organizaciones ayuda en la formación y en el autoconocimiento sobre lo que buscan obtener de un trabajo.

A diferencia de las organizaciones, las cuales han mantenido sus prioridades en el tiempo, buscan la captación de talento y a su vez bajar el nivel de rotación, lo que querrá decir que sus trabajadores son más felices y fieles a la organización, esto siempre ha sido así a pesar de existir otros factores como puede ser conseguir el mejor talento sin afectar económicamente, o lo que podríamos decir, conseguir el mayor beneficio con el menor coste.

Sabemos que el recurso más importante para cualquier empresa son sus empleados, debería ser lo más valorado para cualquier organización porque son los que prestan sus servicios y dan su fuerza de trabajo.

2 Estado del arte

Las estadísticas demuestran que un 57% de la población no es feliz en su puesto de trabajo. Este dato es preocupante porque pasamos la mayor parte del tiempo de nuestras vidas, trabajando. Antiguamente el trabajo era un medio para obtener necesidades básicas y hasta aquí todo concuerda porque según la pirámide de Maslow, para que una persona pueda alcanzar la cumbre de la felicidad y la motivación, debe suplir desde las necesidades más básicas hasta llegar a las nuevas necesidades y deseos. Por esta razón, siempre se ha visto el trabajo como una obligación, sin embargo, esa percepción ha cambiado en la actualidad [2].

Adicional al punto anterior, las personas nos movemos por la felicidad y la satisfacción que sentimos en la vida, con las cosas y las personas que nos rodean. En un trabajo, pasamos una tercera parte del día, tiempo suficiente para sentir que forma una parte considerable de nuestra vida. Podríamos simplificarlo a lo mínimo, el día se divide en 3 partes de 8 horas cada una de ellas, el trabajo, la vida personal y el sueño. Si consideramos que estas 3 patas son las que mantienen el equilibrio en una persona, con que al menos una de ellas fallase, se produciría un desequilibrio en la satisfacción o felicidad del individuo.

De esta forma podemos entender por qué considerar la satisfacción laboral como un pilar importante en la vida de cualquier trabajador. Ya que la satisfacción laboral es un objetivo prioritario para las empresas porque los empleados motivados y realizados en el trabajo, son más eficientes y un 73% más productivos [3].

2.1 Factores que más influyen en los trabajadores

El teletrabajo es una variable que ha venido para quedarse y para cambiar las necesidades de los empleados a la hora de buscar un trabajo o valorar el que tienen. El 85% es una cifra altísima como para ignorar que uno de los deseos de los empleados es poder decidir desde dónde quiere trabajar y así tener más facilidades a la hora de acabar el horario laboral y poder dedicarles tiempo a las actividades de su vida personal que más le complementan y satisfacen.

Más de la mitad de las encuestas consideran que buscar un nuevo empleo es la mejor forma para mejorar retribuciones, pero cada día se le da más importancia al bienestar y al crecimiento profesional. Los trabajadores cada vez valoran más estos beneficios porque son la base de la motivación en una persona, sentirse bien y tener aspiraciones a futuro, sin alguna de estas, cualquier persona perdería el sentimiento de compromiso y motivación y acabaría necesitando buscar otro empleo o llegaría a este extremo de renuncia silenciosa.

Es cierto que algunas empresas empiezan a promover tener conocimiento de la situación emocional de sus empleados, cada vez se comparten más encuestas sobre clima laboral y se promueven talleres para que los empleados puedan aprender métodos de relajación, mejor organización o cómo relacionarse con otros compañeros, afrontando las diferencias generacionales, los trabajos cooperativos y en grupo, proyectos con nuevas tecnologías en continua evolución. Este primer acercamiento con los empleados puede ser muy bien acogido por los empleados, pero también se pueden dar casos en los que consideren que estas encuestas no van a ningún lado o no se sienten cómodos al responderlas porque piensan que, si responden negativamente, les puede perjudicar en su puesto.

En este aspecto, las nuevas generaciones tienen mucho que aportar, porque prefieren tener un feedback inmediato y sentirse valorados, además, para ellos las jerarquías dejan de tener sentido y prefieren las relaciones horizontales, la colaboración y la compartición de información sin diferencias.

Según algunas encuestas, la falta de oportunidades de desarrollo profesional es la razón principal que explica la decisión de cambiar de empleo, le sigue el nivel demasiado bajo de salario y la falta de crecimiento de carrera. Está comprobado que un trabajador feliz es más productivo por lo que tener claros los beneficios que más afectan a los trabajadores y más felices les hacen, es una ventaja a la hora de conocer tu negocio y buscar acciones para mejorarlo.

En primer lugar, posicionamos el teletrabajo, porque cada vez se está probando más a raíz de la pandemia con la imposición del teletrabajo y la llegada de los horarios flexibles, que obligar a los trabajadores a ajustarse a un horario fijo y concreto puede bajar la productividad. El desarrollo profesional también tiene mucha importancia entre los trabajadores, como es normal toda persona quiere mejorar en su trabajo y se pone unas metas que intenta alcanzar. Que sus superiores se interesen por esos objetivos y apoyen a sus trabajadores para conseguirlos, está muy valorado tanto a nivel organizativo como de equipo. Ofrecerles las herramientas necesarias, formaciones y escucharlos interesándose por sus inquietudes, hace que las personas se sinceren y puede ser el comiendo de un vínculo de confianza donde todo lo demás, en un ámbito laboral, puede llegar sin esfuerzo. Este junto con hacerles partícipes en la toma de decisiones o al menos demostrarles que sus ideas y opiniones son importantes y pueden

generar un cambio dentro de la empresa, es un avance que conlleva poco esfuerzo en los altos cargos y generan mucho bienestar entre los trabajadores.

El reconocimiento, de la misma forma que valorar la participación de un trabajador dentro de la empresa, reconocer su trabajo cuando está bien hecho es necesario. No se trata de elogiar a quien no se lo merece o a todos sin medida, se trata de ser justo y reconocer cuando un trabajador está haciendo bien las cosas.

Podríamos decir que los beneficios sociales son las actividades más básicas que aportan las grandes empresas, la mayoría ya los tienen incluidos en sus convenios porque saben la importancia que tienen para los empleados y como afectan a la satisfacción, motivación y clima.

2.2 Nuevas generaciones

En todo este estudio las nuevas generaciones tienen mucha relevancia, están suponiendo un cambio en la satisfacción que valoraba hasta la fecha la sociedad y están promoviendo un pulso con las empresas para que todas estas condiciones cambien. Sus prioridades están enfocadas en la seguridad económica, la calidad de vida y la conciliación equilibrada. Puede que por esto se consideren más realistas que las generaciones pasadas y noticias como los despidos masivos, la competencia de la Inteligencia Artificial y la incertidumbre sobre el teletrabajo hagan que no quieran verse envueltos en un mundo tan exigente y competitivo.

Y con todas estas diferencias generacionales, cómo no van a tener que plantearse las organizaciones que deben asumir una serie de cambios en los beneficios que ahora mismo pueden ofrecer a sus trabajadores o sobre los modelos de trabajo que han estado implantando hasta la fecha. Está claro que tienen que adaptarse a la sociedad que está por llegar. Con este estudio queremos contribuir a ese cambio y al estudio de las necesidades que tienen actualmente los trabajadores para poder conseguir esa satisfacción laboral deseada por todos.

3 Metodología

Para este estudio hemos trabajado con un modelo basado en ecuaciones estructurales. El proceso para conseguir este modelo se divide en fases; la primera fase, hemos introducido un estado del arte donde hemos planteado las razones por las que este estudio es tan importante. Mediante situaciones reales y noticias hemos aportado la importancia y el conocimiento necesario para entender el estudio planteado.

Una vez indicado el contexto, se han considerado una serie de factores relevantes en la satisfacción laboral percibida por los empleados.

Seguidamente hemos analizado la relación entre los factores propuestos y hemos planteado las hipótesis. Estas en el inicio no sabíamos si las aceptaríamos o las rechazaríamos. En función de las relaciones positivas y la literatura analizada en el estudio, hemos acabado planteado las diferentes hipótesis que conforman el modelo y la importancia que tienen los factores seleccionados sobre la satisfacción laboral.

Finalmente hemos obtenido un modelo donde se visualiza el diseño final de lo analizado anteriormente y a su vez, se ha propuesto un cuestionario a partir de la revisión de la literatura del conjunto de factores analizados. Con este cuestionario nos permitirá contrastar y aceptar las hipótesis planteadas.

4 Resultados

El planteamiento de este trabajo es principalmente el diseño, el análisis y la propuesta de un modelo basado en los factores que pueden afectar a los trabajadores de una empresa. Con el objetivo de conocer el nivel de satisfacción laboral de los trabajadores, los siguientes pasos que se deben seguir en este estudio, plantear acciones y medidas que las empresas puedan implementar en sus organizaciones y así mejorar los resultados de niveles de satisfacción.

Tras la revisión del desarrollo teórico se ha propuesto un modelo compuesto por los factores de entorno, individuo y trabajo en equipo y dentro de estos, se han considerado los factores de salario, ubicación, igualdad, conciliación laboral, estrés, beneficios sociales, confianza, resiliencia, formación, influencia social, lealtad, habilidades digitales, flexibilidad, actitud, reconocimiento, coordinación relacional y distancia jerárquica y todos ellos, aportan información útil al modelo.

Una vez planteados y definidos nuestros factores, planteamos las hipótesis y mediante el análisis de resultados del muestrario de artículos, consideramos cuales podían ser aceptadas y cuales rechazadas.

Como propuesta final del modelo, se han obtenido 21 factores y 22 hipótesis que son:

Hipótesis 1. El salario de los trabajadores afecta positivamente sobre el entorno del trabajo.

Hipótesis 2. La ubicación de un trabajo afecta positivamente sobre el entorno de este.

Hipótesis 3. La igualdad en el trabajo afecta positivamente sobre el entorno del mismo.

Hipótesis 4. La conciliación laboral afecta positivamente sobre el entorno del trabajo.

Hipótesis 5. El estrés afecta de forma directa y negativa sobre el entorno del trabajo.

Hipótesis 6. Los beneficios sociales afectan de forma directa y positiva sobre el entorno laboral.

Hipótesis 7. El entorno laboral afecta directa y positivamente a la satisfacción personal de los trabajadores.

Hipótesis 8. La confianza afecta directamente y de forma positiva al individuo en el ámbito laboral.

Hipótesis 9. La resiliencia afecta directa y positivamente al individuo en el ámbito laboral.

Hipótesis 10. La formación afecta directa y positivamente al individuo en el ámbito laboral.

Hipótesis 11. La influencia social afecta directa y positivamente al individuo en el ámbito laboral.

Hipótesis 12. La lealtad afecta directa y positivamente al individuo en el ámbito laboral.

Hipótesis 13. Las habilidades digitales afectan directa y positivamente al individuo en el ámbito laboral.

Hipótesis 14. La flexibilidad en el trabajo afecta directa y positivamente al individuo en el ámbito laboral.

Hipótesis 15. La actitud afecta directa y positivamente al individuo en el ámbito labora.

Hipótesis 16. El individuo afecta directa y positivamente a la satisfacción en el ámbito laboral.

Hipótesis 17. La coordinación relacional afecta directa y positivamente al trabajo en equipo en el ámbito laboral.

Hipótesis 18. La distancia jerárquica afecta directa y positivamente al trabajo en equipo en el ámbito labora.

Hipótesis 19. El reconocimiento afecta directa y positivamente sobre el trabajo en equipo en el ámbito laboral.

Hipótesis 20. La coordinación relacional afecta directa y positivamente al reconocimiento en el ámbito laboral.

Hipótesis 21. La coordinación relacional afecta directa y positivamente a la distancia jerárquica en el ámbito laboral.

Hipótesis 22. El trabajo en equipo afecta directa y positivamente a la satisfacción laboral.

Como resultado hemos obtenido un cuestionario, que ha sido adaptado a Google Form para poder compartirse en una organización y poder continuar con el estudio, obteniendo resultados reales sobre un muestrario de personas y pudiendo realizar conclusiones reales o prácticas sobre nuestro modelo teórico.

5 Discursión

A la vista de los resultados obtenidos este proyecto propone un modelo en el que se podrán fijar las organizaciones, RRHH, directores, gerentes y para poder desarrollar e implementar proyectos con medidas y planes de acción para mejorar la situación laboral de sus trabajadores y fomentar la satisfacción como una prioridad para cualquier trabajador y empresa.

El modelo está en línea con algunos autores entre otros; Al-Ali et al. [4] que estudiaron el efecto mediador de la felicidad laboral en la relación entre satisfacción laboral y el rendimiento de los empleados y las intenciones de rotación y concluyeron que diferentes políticas que podrían ser aplicadas por el personal de RRHH y las organizaciones, para así, mediante el bienestar mental o la felicidad en el trabajo, analizar el comportamiento de los empleados y formular medidas de contratación que contribuyan a mantener y fomentar la satisfacción de los empleados, ayudando así a retenerlos;

Prasetyo et al [5] analizaron la importancia que tiene una alta satisfacción laboral en los empleados porque así, al estar satisfechos con su trabajo, también lo estarán por cumplir sus deberes y obligaciones y prestar un buen servicio;

Rosdaniati y Muafi [6] estudiaron la influencia de la felicidad en el trabajo y el comportamiento laboral innovador en la satisfacción laboral mediada por el compromiso laboral y concluyeron que existe una influencia positiva entre la felicidad en el trabajo y la satisfacción;

Amorim et al. [7] analizaron la influencia de la (in)felicidad en los ingenieros de software de equipos ágiles. Las prácticas ágiles se basan en una cultura centrada en las personas, por eso, este trabajo intenta entender los factores sociales y humanos de los individuos que trabajan en estos entornos y como esos factores influyen en la felicidad de los trabajadores y estos se ven afectados;

Por último, Hee et al. [8] estudiaron los factores que influyen en la satisfacción laboral, con el fin de demostrar la importancia de la satisfacción laboral y los factores que tienen relación positiva con ella.

6 Conclusiones y futuras líneas

La satisfacción y la felicidad laboral está cogiendo fuerza y cada vez está siendo más valorada por las organizaciones y por los trabajadores. Con el paso del tiempo, la sociedad ha ido evolucionando y con ello, su mentalidad y sus prioridades. Se observa diariamente con noticias, acontecimientos y encuestas, que cada vez la sociedad está valorando más su satisfacción en el trabajo y están buscando una serie de condiciones o mejoras a la hora de cambiar de trabajo y de desarrollar su carrera profesional que antiguamente no se tenían en consideración.

Como conclusión, sabemos que todos los factores analizados y las hipótesis planteadas tienen mucha importancia para los trabajadores y las empresas. A través de otros artículos que han estudiado algunas de estas necesidades, podemos concluir que todo ellos tienen importancia en las personas, en las empresas y en la sociedad actual.

A lo largo del trabajo realizado se han observado distintas líneas de investigación. Estas se plantean para considerarlas como futuros análisis y poder incluirlas como parte del modelo y de esta forma, que el estudio sea más completo y abarque más factores, ámbitos y consideraciones que han aparecido a lo largo del trabajo y pueden ser importantes en este estudio.

Fruto del trabajo realizado hemos planteado distintas líneas de investigación:

La primera línea de investigación planteada es el análisis de la satisfacción laboral entre diferentes niveles de jerarquía dentro de una organización o equipo. Las condiciones y situaciones a los que están sometidos los trabajadores varían mucho en función del nivel jerárquico al que pertenezcan o a las actividades y responsabilidades que tengan cada uno, también se puede centrar en comparar de los resultados obtenidos entre edades o niveles de conocimiento. Como hemos planteado en el desarrollo teórico, la diferencia generacional tiene mucho impacto en este estudio.

La siguiente línea de investigación que plantearíamos se centra en analizar y valorar la diferencia entre la satisfacción y la felicidad. Considerando la primera como un efecto momentáneo mientras la segunda es un estado de ánimo que se puede mantener en el tiempo y como la primera es considerada como un medio y la segunda es el deseo o el fin.

Referencias

- [1] I. Iglesias Álvarez, "La satisfacción laboral en las empresas tecnológicas aumenta tres puntos porcentuales," vol. 2023, no. Junio, "".
- [2] European Knowledge Center for Information Technology (Ed.). (2017, 17 febrero). Los proyectos TIC en la época de la gestión del conocimiento. Consultado el 17 de julio de 2023, TIC Portal. <https://www.ticportal.es/noticias/expert-insights/proyectos-tic-epoca-gestion-conocimiento>, "Los proyectos TIC en la época de la gestión del conocimiento," , 17 febrero.
- [3] Ericka Janet Villameres Hernández, Jorge Luis De La Cruz Saravia and Jorge Luis De La Cruz Martinez, "La administracion del tiempo y la satisfaccion laboral de los servidores administrativos de la municipalidad distrital de grocio prado, año 2016," Dataismo, vol. 1, no. 2, "", pp. 36-48.
- [4] W. Al-Ali, A. Ameen, O. Isaac, G.S.A. Khalifa and A.H. Shibami, "The mediating effect of job happiness on the relationship between job satisfaction and employee performance and turnover intentions: A case study on the oil and gas industry in the United Arab Emirates," Journal of business & retail management research, vol. 13, no. 4, Jul 15,.
- [5] R. Prasetyo, D.A. Purwandari and T.Y.R. Syah, "The Effect of Customers' Incivility and Work stress on Job Satisfaction through Burnout," Journal of Economics, Business & Accountancy Ventura (Online), vol. 23, no. 3, Mar 31, pp. 390-401.
- [6] R. Rosdaniati and M. Muafi, "The influence of workplace happiness and innovative work behavior on job satisfaction mediated by work engagement," International Journal of Research in Business and Social Science, vol. 10, no. 7, Jan 01, pp. 186-198.
- [7] L. Felipe Amorim, M. Marinho and S. Sampaio, "How (UN) Happiness Impacts on Software Engineers in Agile Teams?" International Journal of Software Engineering & Applications, vol. 11, no. 3, Jun 05, pp. 39-57.
- [8] O.C. Hee, H.S. Yi, L.L. Ping, T.O. Kowang and G.C. Fei, "Factors Influencing Job Satisfaction in the Palm Oil Industry in Malaysia," International journal of academic research in business and social sciences, vol. 9, no. 2, Mar 05, pp. 516.

Desarrollo de aplicación web para la gestión de tiempos para investigadores

Rubén Fernández¹, Sergio de-la-Mata-Moratilla¹, Ana Castillo-Martinez¹

¹ Departamento de Ciencias de la Computación. Universidad de Alcalá (España)
ruben.fernandezl@edu.uah.es; sergio.matam@uah.es; ana.castillo@uah.es

Resumen. En el contexto actual, la gestión efectiva del tiempo en proyectos, ya sean empresariales o financiados públicamente, es esencial. A menudo, las aplicaciones de gestión de proyectos disponibles no se adaptan a las necesidades específicas de cada empresa, lo que requiere la utilización de múltiples herramientas adicionales. Para abordar este desafío, se propone el desarrollo de una aplicación web personalizada para la gestión efectiva del tiempo del personal de la Universidad de Alcalá. Esta aplicación aprovechará tecnologías clave como TypeScript, React, Node.js, Docker y MariaDB. Este artículo científico detalla la arquitectura propuesta, resaltando las características clave de cada componente y su interacción.

Palabras clave: Gestión de proyectos, TypeScript, React, Node.js, API REST.

1. Introducción

Hoy en día, es muy importante llevar un control sobre las horas invertidas en proyectos [1]. Ya sea en empresa privada o en proyectos subvencionados con dinero público, es necesario poder justificar la inversión realizada por los clientes u organismos públicos financiadores del trabajo a realizar.

Actualmente hay multitud de aplicaciones destinadas a este fin, tales como Trello [2] o Jira [3], el problema que nos encontramos con ellas, es que no se ajustan a las necesidades específicas de cada proyecto, teniendo incluso que llegar a usar múltiples herramientas de este tipo para poder cubrir todas las necesidades de este.

Para superar este contratiempo, en este proyecto se ha optado por el desarrollo una aplicación web para cumplir con todos los requisitos necesarios.

El desarrollo de aplicaciones web modernas requiere, no solo el uso de las tecnologías adecuadas, sino también de las prácticas de programación correctas. Una de las herramientas más poderosas en el desarrollo de aplicaciones web escalables y mantenibles es TypeScript [4]. Se trata de un super conjunto de JavaScript que proporciona un sistema de tipos estáticos y una sintaxis mejorada para detectar errores de forma temprana.

En este trabajo, se utilizará TypeScript en combinación con React, Node.js y MariaDB para desarrollar una aplicación web que funcione como un gestor de proyectos, calendarios y el tiempo invertido por los investigadores en dichos proyectos para la Universidad de Alcalá. La aplicación se desarrollará siguiendo las mejores

prácticas de desarrollo web y utilizando la arquitectura de componentes de React para garantizar su escalabilidad y mantenibilidad.

2. Contenido

Este sistema, se estructura en torno a tres núcleos principales que colaboran entre sí. Los componentes fundamentales de esta aplicación constan de una base de datos MariaDB, una aplicación backend construida en Node.js en forma de API REST, y una aplicación web frontend desarrollada en React. El resultado de esta combinación es una aplicación basada en el patrón MVC. En la Fig. 1, se puede observar la arquitectura resultante:

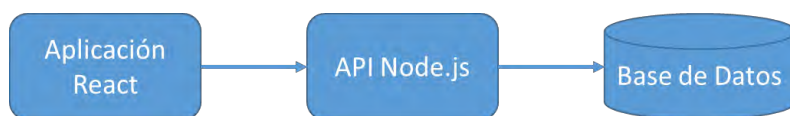


Fig. 1. Arquitectura aplicación

Para el desarrollo de esta aplicación, se quiso hacer uso de una estructura basada en microservicios para permitir una mayor facilidad y flexibilidad a la hora de realizar modificaciones en los distintos módulos del proyecto. Para su ejecución, se realizó una red en la que los distintos contenedores de los microservicios, eran ejecutados en Docker y podían comunicarse entre sí.

A continuación, se detalla el diseño de cada una de las partes que componen la aplicación.

2.1. Base de datos

La creación de la base de datos, es un componente esencial en el desarrollo de cualquier aplicación, y en el caso de la aplicación desarrollada, se ha convertido en un pilar fundamental para la gestión eficiente de las actividades de investigación, y la asignación de recursos. Con un total de 18 tablas cuidadosamente diseñadas, la base de datos está estructurada para abordar de manera integral la compleja tarea de administrar el tiempo de los investigadores, y los recursos asociados a los proyectos.

En el corazón de esta base de datos, se encuentran dos tablas cruciales: la tabla de "Proyectos" y la tabla de "Investigadores". Estas tablas actúan como columnas vertebrales, permitiendo un seguimiento preciso de la jornada laboral de los investigadores, así como la gestión del trabajo asociado a los diferentes proyectos. Para proporcionar un mayor detalle a la gestión de los proyectos, estos permitirán detallar información sobre sus respectivos paquetes de trabajo. Además, la gestión de las ausencias, tanto por razones de salud como personales, se encuentra perfectamente registrada en tablas específicas, brindando una visión completa de la disponibilidad de los investigadores en todo momento.

No menos importante, la base de datos también incluye la posibilidad de gestionar los tipos de contratos de los investigadores, así como sus categorías profesionales. Además, se incluye una tabla dedicada a los días festivos, que son comunes para todos

los investigadores, asegurando una organización uniforme de los días no laborables, y otra tabla específica para los festivos asociados a cada categoría de investigadores, permitiendo una adaptación precisa a las necesidades de cada grupo.

A continuación, se muestra el diagrama de tablas de la base de datos, donde se puede ver en detalle toda la información almacenada:

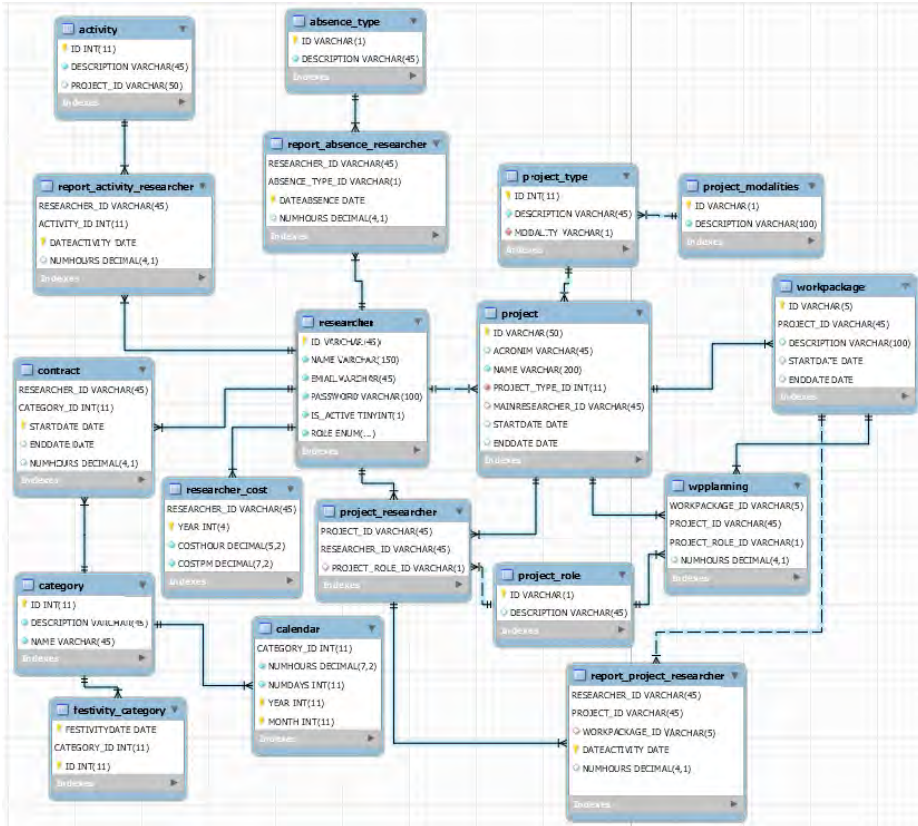


Fig. 2. Diagrama de tablas

2.2. API Node.js

Como se comentaba al inicio de la sección, en este caso se ha desarrollado una estructura MVC, por lo que se ha estructurado las carpetas del proyecto de la siguiente forma:

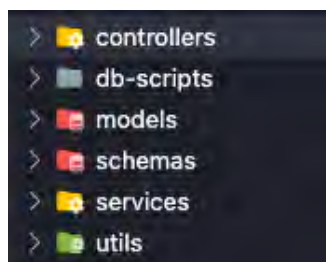


Fig. 3. Estructura del proyecto backend

- **controllers**. Contiene los controladores de la aplicación, o lo que es lo mismo, la definición de los endpoints de la API. Como se puede comprobar en la captura de debajo, se han ido desarrollando gracias a los decoradores que nos ofrece typescript-rest. En este caso, comprobamos como el controlador de investigadores se define mediante la clase Researcher, la cual tiene un path principal, en el cual se van añadiendo funciones que mediante sus correspondientes decoradores Path, van anidando estas rutas.
- **db-scripts**. En esta carpeta se sitúan ficheros sql que puedan ser útiles a la hora de ejecutarlos en la base de datos, como modificaciones o creaciones de tablas, etc.
- **models**. En esta carpeta se definen los modelos utilizados por los diferentes servicios en la aplicación. Gracias a las librerías class-validator y class-transformer podemos, además, mediante decoradores añadir validaciones a los distintos atributos que pueda tener un modelo, como veremos posteriormente con el modelo de investigador.
- **schemas**. Incluye las clases que representan las tablas de la base de datos. Estas clases se generan mediante los decoradores facilitados por typeorm, los cuales dejan definir los distintos tipos de columnas que va a tener la entidad, para así tener un mejor control y transformar datos desde las clases recibidas y enviadas al frontend (modelos o DTOS) a las clases que finalmente se utilizaran para leer y escribir en la base de datos.
- **services**. En esta carpeta se almacenan los servicios utilizados por los controladores para comunicarse con la base de datos. En este caso, se ha generado un servicio por cada petición que pueda realizarse a la base de datos para una entidad concreta.
- **utils**. Servicios, clases o funciones que puedan ser necesarias de acceder desde cualquier parte de la aplicación, tales como por ejemplo la función validateRequest utilizada en todos los servicios, funciones de comprobación de datos, etc.

2.3. Aplicación React

Para realizar el desarrollo del frontend de la aplicación, se ha utilizado React potenciado mediante TypeScript, y enriquecida con una variedad de bibliotecas destacadas. La elección de estas tecnologías es resultado de un enfoque riguroso y estratégico, destinado a asegurar la eficiencia y calidad en el desarrollo de este software. La

aplicación tiene como objetivo la reutilización de componentes y garantiza la consistencia y precisión de los datos en todo momento.

Una característica destacada del enfoque utilizado es la utilización de TypeScript, que brinda la ventaja de aprovechar los tipos genéricos para lograr una mayor flexibilidad y reutilización de componentes. Cabe señalar que TypeScript incluye pruebas estáticas integradas en el proceso de desarrollo, lo que permite detectar y prevenir errores relacionados con la asignación incorrecta de tipos en variables.

Dado que el proyecto se ha intentado componetizar de la mayor manera posible para así evitar acoplamientos entre componentes y poder reubicarlos sin problema en un momento dado, se ha generado un sistema de ficheros en el cual, el componente principal queda en primer nivel y se asigna una carpeta “*components*” dentro de la misma, en la cual se encapsulan todas las “piezas” que componen esa vista, como se puede observar en la Fig. 4:

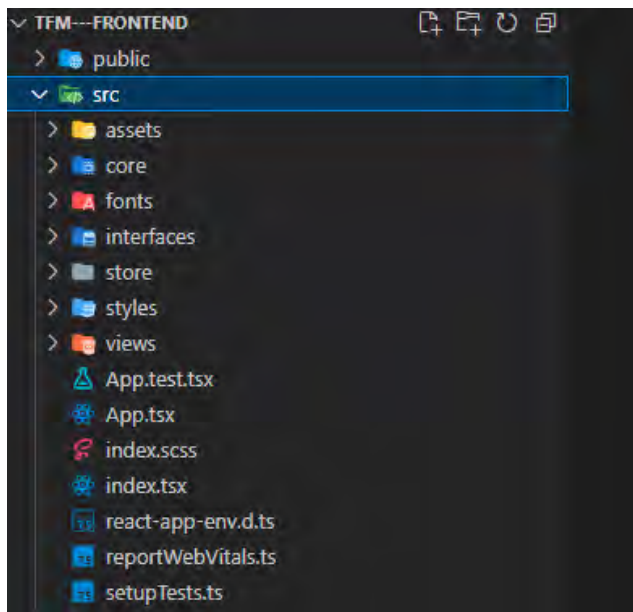


Fig. 4. Estructura proyecto React

- **Core.** Aquí se encuentran los componentes reutilizables de alto nivel utilizados en toda la aplicación. Estos componentes incluyen elementos clave de la interfaz de usuario, como encabezados, barras de navegación, inputs de formularios, ventanas modales, etc.
- **Fonts.** Contiene las fuentes correspondientes a los tipos de letra utilizados en la aplicación.
- **Interfaces.** En esta carpeta se encuentran archivos con la extensión `interface.ts`. Estos archivos contienen las definiciones de interfaces TypeScript utilizadas en toda la aplicación. Las interfaces ayudan a garantizar la coherencia en la estructura de los datos y proporcionan verificación estática en el código.

- **Store.** Dividida en subcarpetas para cada uno de los distintos objetos almacenados en el estado de la aplicación. Contiene la siguiente estructura de ficheros:
 - **selectors:** Esta carpeta contiene archivos que definen selectores específicos para el manejo del estado en la aplicación. Los selectores son funciones que obtienen datos específicos del estado global.
 - **state:** Aquí se encuentran los archivos relacionados con la definición y la gestión del estado global de la aplicación.
 - **effects:** Esta carpeta almacena archivos que contienen efectos o funciones relacionadas con el manejo del estado. Los efectos suelen utilizarse para realizar acciones asincrónicas, como llamadas a API.
 - **actions:** En esta carpeta se encuentran archivos que definen las acciones que pueden ocurrir en la aplicación. Las acciones representan eventos o cambios en el estado de la aplicación.
- **Styles.** Esta carpeta contiene archivos donde se definen los estilos utilizando la librería styled-components.
- **Views.** En esta carpeta se encuentran las vistas de los diferentes componentes de la aplicación, divididos en dos apartados según el nivel de acceso de la aplicación: admin y common.

El resultado final es una aplicación sencilla, la cual consta de una pantalla de login que dará acceso a los distintos apartados del proyecto.



Fig. 5. Pantalla de Login

Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin	Tipo	Acciones
DEveloping DAta Literacy courses for University Students (DEDALUS)	1/1/2020	31/12/2021	EU-Projects - ERASMUS+	
ErasmusX	1/1/2020	31/12/2021	EU-Projects - ERASMUS+	
VELA	1/1/2022	-	EU-Projects - ERASMUS+	
BEYOU	1/1/2022	-	EU-Projects - ERASMUS+	

Fig. 6. Pantalla de gestión de proyectos

3. Conclusiones

En muchas ocasiones, puede resultar más rentable y eficiente desarrollar una aplicación web personalizada que se adapte a las necesidades específicas de proyectos empresariales o financiados con recursos públicos. Esto se debe a que, las herramientas de gestión de proyectos disponibles en el mercado, no se adaptan estrictamente a todas las necesidades de un proyecto, teniendo que acabar utilizando varias que, además, suelen conllevar suscripciones mensuales o anuales, lo que puede resultar costoso.

La solución propuesta en este proyecto es el desarrollo de una aplicación web personalizada que se basa en tecnologías avanzadas como TypeScript, React, Node.js, Docker y MariaDB. Estas elecciones tecnológicas, se han realizado cuidadosamente, con el objetivo de garantizar la calidad del código, permitir la escalabilidad y reducir los costos a largo plazo.

El alcance de esta aplicación, incluye la gestión de proyectos, la administración de calendarios y el seguimiento del tiempo invertido por investigadores en la Universidad de Alcalá, tanto en proyectos, como en posibles ausencias que puedan tener durante el año. Este proyecto, se compromete a seguir las mejores prácticas de desarrollo web y, se espera que sus resultados sean beneficiosos, tanto para aquellos interesados en el desarrollo de aplicaciones web modernas, como para la Universidad de Alcalá en términos de mejora en la gestión de proyectos e investigación.

En definitiva, esta aplicación personalizada, representa una solución integral y eficaz para afrontar los desafíos actuales relacionados con la gestión del tiempo en proyectos, además, de ofrecer un enfoque más económico y rentable en comparación con la adopción de múltiples herramientas comerciales.

4. Bibliografía

[1] Lucidchart. “6 razones de por qué es importante la gestión de proyectos”. Disponible en: <https://www.lucidchart.com/blog/es/importancia-de-la-gestion-de-proyectos-en-la-empresa>

[2] Trello. “Trello unifica tus tareas, compañeros de equipo y herramientas”. Disponible en <https://www.trello.com>

[3] Jira. “Software de seguimiento de proyectos e incidencias”. Disponible en: <https://www.atlassian.com>

[4] AppMaster. “Ventajas del uso de TypeScript en el desarrollo web”. Disponible en: <https://appmaster.io/es/blog/typescript-ventajas-desarrollo-web>

Contribuciones para la mejora de la usabilidad en aplicaciones para dispositivos móviles

Dayssi Guiseth Espino Picchottito¹, Eva García-López¹

¹ Departamento de Ciencias de la Computación. Universidad de Alcalá (España)
dayssi.espino@edu.uah.es; eva.garcial@uah.es

Resumen. Este trabajo tiene como objetivo brindar un sólido punto de partida para investigadores noveles y alumnos interesados en el estudio de las directrices destinadas a mejorar la usabilidad en aplicaciones móviles. En la actualidad, las aplicaciones móviles son esenciales en la vida cotidiana, y la creciente competencia ha acentuado la importancia de la usabilidad como un factor crítico para su éxito. Las directrices dirigidas a mejorar la usabilidad desempeñan un papel esencial en la creación de experiencias positivas para los usuarios. Según Jakob Nielsen, la usabilidad se define por la capacidad de un producto para permitir que usuarios específicos logren sus objetivos de manera efectiva, eficiente y satisfactoria. Este trabajo se adentra en temas clave, como el diseño centrado en el usuario, las pruebas y la retroalimentación continua, la accesibilidad, el rendimiento y la adaptación a diversas situaciones, proporcionando una visión completa de la mejora de la usabilidad en aplicaciones móviles.

Palabras clave: Usabilidad Mobile. Directrices. Recomendaciones. Usabilidad. Aplicaciones móviles. Experiencia del usuario (UX). Directrices de usabilidad.

1. Introducción

El mercado actual de aplicaciones móviles crece año tras año, con ello también ha dado lugar a una mayor competencia por la atención del usuario y, por lo tanto, ha elevado la importancia de la usabilidad como un factor determinante en el éxito. En este contexto, las contribuciones a la mejora de la usabilidad en aplicaciones para dispositivos móviles se presentan como un componente esencial, conseguir una experiencia positiva es fundamental para que las aplicaciones destaquen.

El propósito de este trabajo es llevar a cabo una breve investigación y revisión bibliográfica sobre las posibles directrices y recomendaciones para la mejora de la usabilidad en aplicaciones para dispositivos móviles [1][2][3]. En esta breve investigación, se tratan varios aspectos, desde diseñar interfaces elegantes y funcionales hasta entender las necesidades de los usuarios. Se explora cómo el diseño centrado en el usuario, las pruebas y la retroalimentación constante son esenciales para mejorar la experiencia de las aplicaciones.

La usabilidad, según Jakob Nielsen, es «la medida en la cual un producto puede ser usado por usuarios específicos para conseguir objetivos específicos con efectividad,

eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado»[4]. La medida en que una aplicación permite a los usuarios interactuar de manera efectiva y eficiente con sus funcionalidades, se ha convertido en un pilar fundamental en el diseño y desarrollo de aplicaciones móviles. La complejidad de los dispositivos móviles, con sus pantallas táctiles, limitaciones de tamaño y variabilidad de sistemas operativos, exige un enfoque cuidadoso y centrado en el usuario para garantizar que las aplicaciones sean intuitivas, accesibles y agradables de usar.

2. Método

Nuestro enfoque metodológico se centró en una revisión bibliográfica exhaustiva para explorar la usabilidad en aplicaciones móviles. Para evaluar la usabilidad, optamos por la inspección de usabilidad basada en expertos. Durante esta revisión, se priorizaron fuentes académicas, documentos técnicos y pautas de diseño de usabilidad[3].

El análisis se basó en la calidad y relevancia de las contribuciones identificadas, destacando aquellas con un impacto significativo en el diseño de aplicaciones móviles. Es importante tener en cuenta que nuestra metodología tiene limitaciones, ya que se centró en una revisión bibliográfica y no incluyó investigaciones de campo o la recopilación de datos primarios. A pesar de estas limitaciones, consideramos que nuestro enfoque proporciona una base sólida para identificar contribuciones esenciales en el ámbito de la usabilidad de aplicaciones móviles[3].

3. Contenido

Las primeras aplicaciones móviles que aparecieron en nuestras vidas en los años 90 fueron las aplicaciones de contacto, agenda, editores de texto, tonos de llamada, etc., aplicaciones muy básicas que cubrían funciones muy importantes. Éstas siguieron evolucionando hasta la llegada de las aplicaciones de juegos como por ejemplo tetris y snake en 1994. En 2008 con la llegada de Internet en nuestros dispositivos móviles, llegaron los markets de aplicaciones móviles de Apple y después llegaría Android. Las aplicaciones móviles abarcan una amplia gama de funciones y servicios, desde redes sociales y juegos hasta herramientas de productividad y aplicaciones de salud. Han evolucionado enormemente hasta el día de hoy, que podemos hacer literalmente casi de todo con ellos. No obstante, uno de los elementos clave para garantizar el buen desarrollo de estas herramientas es la usabilidad en las aplicaciones móviles.

Existen varios métodos y métricas ampliamente utilizados en la evaluación de aplicaciones móviles como el Diseño Centrado en el Usuario (DCU) [5] y las técnicas de Experiencia de Usuario (UX) [6], además de la Evaluación Heurística que propuso Nielsen [7][8], estas al principio fueron creados para aplicaciones de escritorio, sin embargo, estos métodos se ajustaron para entornos móviles. Estos métodos y métricas ayudan a los desarrolladores y a los equipos de desarrollo a medir y mejorar la calidad de sus aplicaciones móviles.

3.1. Definición de usabilidad

Jakob Nielsen, una figura ampliamente reconocida a nivel global en el ámbito de la usabilidad y el diseño de interfaces de usuario, ha desempeñado un papel fundamental en la promoción y desarrollo de directrices destinadas a mejorar la usabilidad en diversos entornos digitales[7].

Entre las contribuciones más destacadas de Jakob Nielsen se encuentra su influyente Modelo de Usabilidad, que establece los fundamentos para evaluar la calidad de la usabilidad en productos y aplicaciones. Este modelo se basa en cinco atributos esenciales para medir la usabilidad: Capacidad de Aprendizaje, Eficacia, Memorabilidad, Tasa de Errores y Satisfacción del Usuario. Estos principios han sido ampliamente aceptados y aplicados en la industria [4].

Además de las contribuciones de Nielsen, existen otras definiciones de usabilidad basadas en normativas, directrices relevantes en el campo de la usabilidad y la experiencia de usuario (UX), como se detalla en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1. Normativas de Usabilidad

Normativa	Definición
ISO 9241-11: Requisitos Ergonómicos para el Trabajo de Oficina con Pantalla de Visualización (Parte 11: Directrices para la Usabilidad)	Esta normativa internacional establece directrices para la usabilidad y la ergonomía en el diseño de sistemas interactivos, incluyendo aplicaciones y software.
WCAG (Web Content Accessibility Guidelines): Pautas de Accesibilidad al Contenido Web	Desarrolladas por el World Wide Web Consortium (W3C), estas pautas se centran en la accesibilidad web y brindan directrices para garantizar que las aplicaciones y sitios web sean accesibles para personas con discapacidades[9].
Heuristic Evaluation (Evaluación Heurística) de Jakob Nielsen	Nielsen también propuso un conjunto de 10 heurísticas de usabilidad que son principios ampliamente utilizados para evaluar la usabilidad de interfaces[7].
ISO 25010: Sistemas y Software de Calidad - Modelo de Calidad	Esta normativa proporciona un modelo de calidad de software que incluye características de calidad relacionadas con la usabilidad, como la eficacia, la eficiencia, la satisfacción y la accesibilidad del usuario.

Nota: En la tabla se mencionan las normativas relacionadas con la usabilidad.

3.2. Usabilidad en aplicaciones móviles

Actualmente no existe una definición formal específica de usabilidad asociada con aplicaciones en dispositivos móviles. Las definiciones identificadas y reconocidas provienen en su mayoría de normas, estándares y definiciones generales existentes.

Los principios de usabilidad móvil se centran en aspectos como la navegación intuitiva, el diseño responsive para adaptarse a diferentes tamaños de pantalla, la carga rápida de contenido, la legibilidad en pantallas pequeñas, la facilidad de interacción táctil y la accesibilidad para personas con discapacidades [10].

La usabilidad móvil es esencial para el éxito de las aplicaciones y los sitios web en el entorno móvil, ya que los usuarios esperan una experiencia fluida y sin fricciones. Las pruebas de usabilidad, la retroalimentación de los usuarios y la adhesión a las

directrices de diseño son prácticas comunes para mejorar la usabilidad móvil y garantizar que los usuarios puedan aprovechar al máximo las aplicaciones y sitios web en sus dispositivos móviles[11].

3.3. Contribución de directrices para aplicaciones móviles

Muchas de las directrices de usabilidad que prevalecen en la actualidad han sido moldeadas y enriquecidas por las valiosas contribuciones de expertos en el campo de la usabilidad, como las Jakob Nielsen y otros expertos en usabilidad han sido fundamentales para la mejora de la usabilidad en aplicaciones móviles [12][13]. Sus contribuciones han tenido un impacto significativo en la definición de directrices de usabilidad en aplicaciones móviles[1]. Algunas de sus contribuciones notables incluyen: el Modelo de usabilidad de Nielsen [7], los 10 principios de usabilidad de Nielsen y Las pautas de diseño y usabilidad de Android y Apple. En el desarrollo de aplicaciones móviles, es esencial seguir las directrices de usabilidad proporcionadas por las plataformas móviles líderes Google (Android) y Apple (iOS), a continuación, se muestra en la tabla 2, las 10 heurísticas de usabilidad de Nielsen y las directrices de diseño de Google [14] y Apple [15].

Tabla 2. Directrices de usabilidad de Nielsen y diseño de Android e iOS

Directrices de usabilidad de Jakob Nielsen [7]	Android[14]	IOS[15]
Visibilidad del Estado del Sistema	Material Design	Simplicidad y Claridad
Coincidencia entre el Sistema y el Mundo Real	Diseño Responsivo	Diseño Responsivo
Control y Libertad del Usuario	Interfaz intuitiva	Navegación Intuitiva
Consistencia y Estándares	Accesibilidad	Interacción Táctil y Gestual
Prevención de Errores	Diseño de Tarjetas	Legibilidad
Reconocimiento en lugar de Recordado	Transiciones y Animaciones	Feedback y Soporte
Flexibilidad y Eficiencia de Uso	Seguridad y Privacidad	Diseño centrado en el Usuario
Estética y Diseño Minimalista	Pruebas de Usabilidad	Privacidad y Seguridad
Ayuda a los Usuarios a Reconocer, Diagnosticar y Recuperarse de Errores	Compatibilidad con Múltiples Plataformas	Diseño de Iconos y Navegación Intuitiva
Ayuda y Documentación	Diseño Consistente de Marca	Accesibilidad
	Feedback y Soporte	Branding coherente
	Minimizar Sobrecarga de información	Pruebas de Usabilidad

Las pautas de diseño y usabilidad de iOS y Android, junto con las directrices de usabilidad de Jakob Nielsen, han desempeñado un papel fundamental en la formulación de las 14 directrices de usabilidad móvil.

3.4. Clasificación de directrices y recomendaciones de usabilidad para aplicaciones móviles

Al analizar y clasificar las directrices y recomendaciones para mejorar la usabilidad en aplicaciones móviles[3], es esencial considerar su relevancia y aplicabilidad en este contexto específico. En la siguiente tabla, utilizamos una escala de relevancia del 1 al 5, donde 1 representa que un aspecto no es relevante en absoluto, y 5 indica que es equivalente a 'alta relevancia'. Los elementos calificados como 'altamente relevantes' (5) son aquellos que tienen un impacto significativo en la usabilidad de la aplicación, mientras que los elementos 'muy relevantes' (4) también son de gran importancia, pero pueden tener un impacto ligeramente menor.

Tabla 3. Clasificación de Directrices y Recomendaciones.

Directriz	Relevancia	Aplicabilidad
Diseño de Interfaz de Usuario Intuitiva	Altamente relevante	La aplicación debe ser fácil de entender [2][14][15]
Diseño Responsivo	Altamente relevante	La aplicación debe ser adaptable a diferentes tamaños de pantalla y orientaciones en diversos dispositivos[16] [2][14][15]
Minimizar la Sobrecarga de Información	Muy relevante	Evitar abrumar a los usuarios con demasiada información en una sola pantalla [2][14] [15]
Accesibilidad	Altamente relevante	Debe cumplir con pautas de accesibilidad como WCAG [2][9][14][15].
Rendimiento Optimizado	Muy relevante.	Todas las aplicaciones deben optimizar el rendimiento [2][14][15].
Feedback y Ayuda Contextual	Altamente relevante.	Importante para guiar a los usuarios y brindar respuestas a sus preguntas [2][14][15].
Seguridad y Protección de Datos	Altamente relevante.	Proteger la información del usuario y cumplir con regulaciones de privacidad como el GDPR [2][14][15][17].
Pruebas de Usabilidad Continuas	Muy relevante.	Evaluación constante para mejorar y resolver problemas de usabilidad [11][2][14][15].
Diseño Centrado en el Usuario	Altamente relevante.	El diseño centrado en el usuario debe ser la base de la creación de aplicaciones móviles exitosas [2][14][15].
Evaluación de la Experiencia del Usuario (UX)	Muy relevante.	Medir y mejorar la experiencia para identificar áreas de mejora [2][14][15].
Actualizaciones y Mantenimiento Regulares	Altamente relevante.	Las aplicaciones deben actualizarse y mantenerse para corregir errores [2][14] [15].
Diseño de Iconos y Navegación Intuitiva	Muy relevante.	Los iconos deben ser claros y representativos, y la navegación debe ser fácil de entender [2][14] [15].
Personalización y Adaptación	Muy relevante.	Las aplicaciones móviles deben permitir cierto grado de personalización [2][14] [15].
Diseño Consistente de Marca	Altamente relevante.	El diseño debe reflejar coherencia en la identidad de la marca en todos los aspectos de la aplicación [2][14] [15].

Nota: La clasificación de directrices es la recopilación de directrices de usabilidad para aplicaciones móviles [7] [10][6][13][18] [19] [20].

4. Discusión

Las 14 directrices de usabilidad encontradas para aplicaciones móviles han sido clasificadas en función de su relevancia y aplicabilidad. Esta clasificación resalta varios aspectos clave en el diseño y desarrollo de aplicaciones móviles. En primer lugar, la mayoría de las directrices recibieron altas calificaciones de relevancia, situándose en las categorías de "alta relevancia" o "muy relevante" (4 o 5). Esto subraya la importancia crítica de estas directrices en la creación de aplicaciones móviles exitosas. Además, se destaca la aplicabilidad de cada directriz y la razón detrás de su importancia. Por ejemplo, el "Diseño de Interfaz de Usuario Intuitiva" se considera esencial para lograr una experiencia óptima, mientras que la "Accesibilidad" se clasifica como crítica para garantizar que todas las personas puedan acceder a la aplicación.

Cabe mencionar que cada directriz se encuentra respaldada por referencias de fuentes relevantes, incluyendo las de expertos en usabilidad como Jakob Nielsen, así como las directrices de diseño de Android e iOS. Esta sólida base de referencia proporciona fundamentos robustos para las recomendaciones y contribuciones en el campo de la usabilidad en aplicaciones móviles[10].

La tabla 3 también refleja contribuciones y tendencias clave en el ámbito de la usabilidad móvil. Destaca la importancia de aspectos como la navegación intuitiva, el diseño responsive, la carga rápida de contenido y la accesibilidad, entre otros. Estos elementos son cruciales para asegurar una experiencia de usuario efectiva en aplicaciones móviles.

Por último, la tabla 3 ilustra cómo la usabilidad móvil se ha vuelto esencial para el éxito de las aplicaciones y sitios web en dispositivos móviles. Los usuarios hoy en día esperan experiencias fluidas y sin fricciones, lo que ha impulsado el desarrollo y la adopción de estas directrices para satisfacer esas expectativas[6][20].

5. Conclusiones

El estado actual de las contribuciones para la mejora de la usabilidad en aplicaciones móviles es más consistente y aún está lejos de ser perfecta, es un campo en constante evolución, impulsado por los avances tecnológicos y nuevos enfoques. La revisión y síntesis de publicaciones y desarrollos recientes en este ámbito proporciona información valiosa para aquellos interesados en la usabilidad móvil. A medida que la tecnología móvil avanza, se abren oportunidades para la investigación y desarrollo, lo que impacta significativamente en la industria al enfocarse en el usuario y la mejora de la experiencia del usuario, beneficiando a empresas y usuarios.

En cuanto a las normativas y directrices, no existe una norma ISO específica para la usabilidad en aplicaciones móviles, pero se han mencionado normativas ISO generales y directrices de Jakob Nielsen que se aplican a aplicaciones móviles. La diversidad y la cantidad de información disponible en línea han sido fundamentales para recopilar datos en este trabajo y abordar las contribuciones en cada campo de la usabilidad en aplicaciones móviles[10].

El análisis se basó en la calidad y relevancia de las contribuciones identificadas, destacando aquellas con un impacto significativo en el diseño de aplicaciones móviles.

Es importante tener en cuenta que nuestra metodología tiene limitaciones, ya que se centró en una revisión bibliográfica y no incluyó investigaciones de campo o la recopilación de datos primarios. A pesar de estas limitaciones, consideramos que nuestro enfoque proporciona una base sólida para identificar contribuciones esenciales en el ámbito de la usabilidad de aplicaciones móviles.

5.1. Líneas Futuras

Este trabajo destaca la importancia fundamental de la usabilidad en el diseño de aplicaciones móviles y reconoce sus limitaciones actuales en términos de enfoque cualitativo. Abre la puerta a futuras investigaciones que aborden áreas esenciales, como la mejora de la accesibilidad para usuarios con discapacidades, la formulación de pautas de diseño más efectivas, la adaptación personalizada de aplicaciones, la integración de tecnologías emergentes, como la Inteligencia Artificial[21] y el Aprendizaje Automático [22], y la consideración de un enfoque cuantitativo para una evaluación más objetiva de la usabilidad en aplicaciones móviles. Estas investigaciones buscan perfeccionar aún más la experiencia del usuario en un entorno móvil en constante evolución.

6. Referencias

[1] W. L. in R.-B. U. Experience, «Mobile UX Sharpens Usability Guidelines», Nielsen Norman Group. Accedido: 13 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/mobile-sharpens-usability-guidelines/>

[2] Nielsen Norman Group, «Mobile UX: Study guide». [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/mobile-ux-study-guide/?lm=mobile-devices-almost-useful&pt=article>

[3] Z. Huang y M. Benyoucef, «A systematic literature review of mobile application usability: addressing the design perspective», *Univers. Access Inf. Soc.*, vol. 22, n.º 3, pp. 715-735, 2023, doi: 10.1007/s10209-022-00903-w.

[4] J. NIELSEN, «Chapter 2 - What Is Usability?», en *Usability Engineering*, J. NIELSEN, Ed., San Diego: Morgan Kaufmann, 1993, pp. 23-48. doi: 10.1016/B978-0-08-052029-2.50005-X.

[5] J. Espinoza, P. Loarte, C. Espinoza, F. Paz, y J. Arenas, «A New Software Development Model: Innovation Through Mobile Application with UCD», en *Design, User Experience, and Usability: Theory and Practice*, A. Marcus y W. Wang, Eds., en Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer International Publishing, 2018, pp. 673-692. doi: 10.1007/978-3-319-91797-9_47.

[6] P. Perea y P. Giner, *UX Design for Mobile*. Packt Publishing Ltd, 2017.

[7] J. Nielsen, «10 usability heuristics for user interface design». Accedido: 14 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>

[8] G. Joyce, M. Lilley, T. Barker, y A. Jefferies, «Mobile Application Usability: Heuristic Evaluation and Evaluation of Heuristics», en *Advances in Human Factors, Software, and Systems Engineering*, B. Amaba, Ed., Cham: Springer International Publishing, 2016, pp. 77-86.

- [9] W3C (WAI), «Accesibilidad Móvil en el W3C». [En línea]. Disponible en: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/mobile/es>
- [10] J. Wu y V. Duffy, «Mobile Applications Usability Evaluation: Systematic Review and Reappraisal», 2022, pp. 499-516. doi: 10.1007/978-3-031-17615-9_35.
- [11] S. M. Velásquez, D. E. M. Sossa, M. E. Zapata, M. E. G. Adasme, y J. P. Ríos, «Pruebas a aplicaciones móviles: avances y retos», *Lámpsakos (revista descontinuada)*, n.º 21, Art. n.º 21, jul. 2019, doi: 10.21501/21454086.2983.
- [12] R. Yáñez Gómez, D. Cascado Caballero, y J.-L. Sevillano, «Heuristic Evaluation on Mobile Interfaces: A New Checklist», *TheScientificWorld*, vol. 2014, pp. 434326-19, 2014, doi: 10.1155/2014/434326.
- [13] P. Weichbroth, «Usability of Mobile Applications: A Systematic Literature Study», *IEEE Access*, vol. 8, pp. 55563-55577, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2981892.
- [14] Android Developers, «Material Design para Android». [En línea]. Disponible en: <https://developer.android.com/guide/topics/ui/look-and-feel?hl=es-419>
- [15] Apple, «Designing for iOS». [En línea]. Disponible en: <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/designing-for-ios>
- [16] Á. S. Cano y J. L. F. Castro, «Web de Postgrado: Diseño Responsive y Mantenimiento Correctivo, Adaptativo y Perfectivo».
- [17] M. Anikeev, H. Shulman, y H. Simo, «Privacy Policies of Mobile Apps - A Usability Study», en *IEEE INFOCOM 2021 - IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPs)*, may 2021, pp. 1-2. doi: 10.1109/INFOCOMWKSHPs51825.2021.9484434.
- [18] A. Farhi Ahmad Fadzlah, F. of S. and D. T. Department of Computer Science National Defence University of Malaysia, 57000 Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur, Malaysia., M. Afizi Mohd Shukran, N. Wahab, M. Lazim Talib, y S. Thanakodi, «Development of A preliminary usability guidelines of mobile game applications for children: From the user interface perspectives», *J. Softw.*, pp. 123-129, 2020, doi: 10.17706/jsw.15.5.123-129.
- [19] E. Garcia-Lopez, A. Garcia-Cabot, L. de-Marcos, y A. Moreira-Teixeira, «An experiment to discover usability guidelines for designing mobile tourist apps», *Wirel. Commun. Mob. Comput.*, vol. 2021, pp. 1-12, 2021, doi: 10.1155/2021/2824632.
- [20] R. Parente Da Costa, E. D. Canedo, R. T. De Sousa, R. De Oliveira Albuquerque, y L. J. García Villalba, «Set of Usability Heuristics for Quality Assessment of Mobile Applications on Smartphones», *IEEE Access*, vol. 7, pp. 116145-116161, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2910778.
- [21] A. Stige, E. Zamani, P. Mikalef, y Y. Zhu, «Artificial intelligence (AI) for user experience (UX) design: a systematic literature review and future research agenda», *Information Technology and People*, ago. 2023, doi: 10.1108/ITP-07-2022-0519.
- [22] K. Moran, C. Bernal-Cárdenas, M. Curcio, R. Bonett, y D. Poshyvanyk, «Machine Learning-Based Prototyping of Graphical User Interfaces for Mobile Apps», *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 46, n.º 2, pp. 196-221, feb. 2020, doi: 10.1109/TSE.2018.2844788.

Estudio y propuesta de los factores que facilitan el desarrollo e implementación de un sistema de mantenimiento y gestión de activos en un entorno industrial

Rodrigo Oñoro García¹, José Amelio Medina Merodio¹

¹ Departamento de Ciencias de la Computación
Escuela Politécnica Superior
Universidad de Alcalá

28871 Alcalá de Henares (Madrid)

rodrigo.onoro@edu.uah.es; josea.medina@uah.es

Resumen. Conocer el nivel de aceptación de los usuarios del sistema de gestión del mantenimiento computerizado (CMMS) y gestión de activos industriales (EAM) es necesario para garantizar un mejor nivel de servicio y gestión. Uno de los modelos populares utilizados para conocer el nivel de aceptación de un sistema es el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM). Por ello, el objetivo de este trabajo es conocer el nivel de aceptación del CMMS por parte de los usuarios en una planta manufacturera en España, con el fin de estudiar los factores que mejoran la satisfacción de los usuarios y proponer acciones de mejora. Para ello, se identificaron las relaciones entre los factores externos y los factores tradicionales del TAM. Las se contrastaron las hipótesis identificadas en el modelo propuesto y se validó. Los resultados mostraron que, los usuarios del CMMS estaban satisfechos con la implementación, el sistema objetivo es aplicable a su trabajo y tienen la intención de continuar usando el CMMS.

Palabras clave: Modelo de aceptación tecnológica (TAM), Satisfacción, sistema de gestión del mantenimiento computerizado (CMMS), Implementación, Influencia positiva.

1 Introducción

El mantenimiento industrial es un aspecto crítico para el correcto funcionamiento de cualquier empresa manufacturera. La implementación de un sistema de gestión de mantenimiento industrial (CMMS) se ha convertido en una necesidad para mejorar la eficiencia y la productividad de la empresa [2]. Los gastos de mantenimiento representan entre el 20 y el 50% del coste de producción en la industria minera y la pérdida de ingresos resultante de la inactividad de una típica línea de arrastre es de 0.5 a 1.0 millones de dólares al día. La pérdida de ingresos de un avión 747 es de aproximadamente 0.5 millones de dólares al día por la inactividad de un avión. Estos costes se pueden reducir con la optimización y predicción de las labores de mantenimiento. Por ejemplo, el mantenimiento predictivo permite un ahorro del 30-40 % (en comparación con el

mantenimiento correctivo) o un ahorro del 8-12 % (en comparación con el mantenimiento preventivo) [2]. En un entorno cada vez más competitivo, la implementación de un CMMS puede ser la clave para mantenerse por delante de la competencia.

La implementación de un sistema de gestión de mantenimiento industrial (CMMS) puede ser un desafío para cualquier empresa, ya que implica la adopción de nuevas tecnologías y procesos. Para garantizar el éxito de la implementación de un sistema de gestión del mantenimiento, es importante comprender cómo los usuarios perciben la tecnología y cómo pueden ser influenciados a aceptarla.

Para llevar a cabo el proceso de implementación de un sistema de gestión del mantenimiento hay que tener en cuenta una serie de puntos críticos que tienen las empresas europeas en su gestión del mantenimiento como el downtime no planeado y el mantenimiento de emergencia (90 %), el envejecimiento de la infraestructura y tecnología de IT (88 %), la conexión de activos modernos y el análisis de datos (76 %), la obtención de datos de activos (40 %), la conexión de activos antiguos y la obtención de datos (29 %), los ciclos de mantenimiento (24 %), la conexión de activos a lugares remotos (24 %), el monitoreo de activos en tiempo real (22 %) y la colaboración con proveedores (20 %) como se muestra en la Figura 1 de un estudio de CXP Group. Además, se analizará la importancia de la formación y el entrenamiento de los empleados en el uso de la herramienta para su correcta implementación y funcionamiento [3].

La implementación de un CMMS puede ser un proceso complejo y requiere de un enfoque sistemático. La primera etapa en la implementación de un CMMS es la evaluación de la situación actual de la empresa. Es importante analizar los procesos de mantenimiento existentes y determinar las áreas en las que se pueden mejorar. Una vez que se ha realizado la evaluación, es necesario diseñar el sistema. Esto incluye la selección de las herramientas y software necesarios para su implementación. Es importante seleccionar herramientas y software que se adapten a las necesidades específicas de la empresa.

La implementación de un sistema de gestión del mantenimiento puede ofrecer numerosos beneficios, como la mejora en la eficiencia y la productividad de la empresa [4]. Sin embargo, estos beneficios solo se pueden lograr si los usuarios aceptan y utilizan la tecnología de manera efectiva.

La aplicación del modelo TAM permite a las empresas comprender cómo los usuarios perciben la tecnología y cómo pueden ser influenciados a aceptarla. El modelo de aceptación tecnológica (TAM) es una de las teorías más populares que se usa ampliamente para explicar los factores responsables de la adopción de tecnología. El TAM se inspira en la Teoría de la Acción Razonada (TRA), que pretende predecir y explicar el comportamiento social utilizando un número reducido de conceptos teóricos. El comportamiento de un individuo está determinado principalmente por el concepto de intención de comportamiento, ya que se considera que él es la causa directa del comportamiento

Davis (1989) desarrolló el TAM para explicar por qué un usuario acepta o rechaza la tecnología de la información en términos de un nuevo sistema electrónico y es útil para explicar los factores que contribuyen a la aceptación de una determinada tecnología, así como identificar qué es aceptable y qué no es aceptable desde la perspectiva del usuario [1].

Cuando se encuentra con una nueva tecnología, el modelo TAM analiza las decisiones de los usuarios sobre su uso y las formas en que se usa. El TAM se ha modificado y ampliado para incluir una serie de variables adicionales para mejorar su poder predictivo, incluidas las normas subjetivas, la experiencia y la motivación.

Aunque existe una crítica sobre el modelo TAM y sus derivados por sus resultados divergentes y contradictorios, el modelo TAM ha demostrado su utilidad para contribuir a la comprensión y explicación de la intención de uso durante las implementaciones tecnológicas [1].

Por ello, se utilizará el modelo TAM para evaluar la implementación de un CMMS en una empresa manufacturera. Se analizará cómo los usuarios de la tecnología perciben su utilidad y facilidad de uso, y cómo estas percepciones influyen en su aceptación de la tecnología. Como el sistema de gestión del mantenimiento lleva un año implantado en la empresa de la que hablamos, vamos a evaluar finalmente a través del TAM la satisfacción de los usuarios hacia el CMMS y sus actualizaciones a lo largo de este último año implantado.

Por lo que, el objetivo de este trabajo será analizar la aceptación tecnológica de la implementación de una herramienta CMMS en una empresa manufacturera a través de estudio de los factores que están implicados en su utilización.

2 Estado del arte

Los CMMS modernos han evolucionado para ofrecer una amplia gama de funcionalidades mejoradas. Además de las funciones básicas de gestión de mantenimiento, como la programación de tareas, el seguimiento de activos y la gestión de órdenes de trabajo, los CMMS avanzados ofrecen características adicionales, como la integración con sensores y dispositivos IoT, análisis avanzado de datos, gestión de inventario y gestión de recursos humanos [5].

En 2023 los nuevos CMMS se caracterizan por funcionalidades mejoradas, como una mayor movilidad a través de soluciones móviles. Los CMMS también se están integrando con otros sistemas empresariales, como EAM y ERP, para facilitar el intercambio de datos. El análisis de datos y el mantenimiento predictivo son características clave, permitiendo a las organizaciones predecir y evitar fallas antes de que ocurran. Los CMMS basados en la nube están ganando popularidad debido a su accesibilidad y facilidad de implementación. Además, se presta especial atención a la interfaz de usuario, buscando ofrecer una experiencia intuitiva y fácil de usar.

El TAM (Technology Acceptance Model), es un marco teórico utilizado para comprender y explicar la adopción y el uso de tecnologías de la información y la comunicación por parte de los individuos.

El modelo básico del TAM se centra en dos constructos principales: la percepción de utilidad y la percepción de facilidad de uso. Sin embargo, los investigadores han ampliado este modelo básico para incluir otros factores que pueden influir en la aceptación y el uso de la tecnología, como la confianza, la seguridad con la tecnología, la autoeficacia del usuario, etc.

El TAM ha sido ampliamente aplicado en una variedad de contextos y dominios. Inicialmente, se utilizó principalmente en el contexto empresarial y organizacional. Sin embargo, también se ha aplicado en el ámbito de la salud, la educación, el comercio electrónico y otros sectores. Los investigadores han adaptado y personalizado el modelo para adaptarse a las características y peculiaridades de cada contexto específico. El TAM se ha integrado con otros modelos y teorías para mejorar su capacidad explicativa. Por ejemplo, se ha combinado con el modelo de difusión de innovaciones de Rogers para analizar la adopción de tecnología a nivel de la comunidad. También se ha integrado con teorías de comportamiento como la teoría de la acción razonada y la teoría del comportamiento planificado para examinar las influencias cognitivas y sociales en la adopción de tecnología.

El TAM también se ha centrado en la importancia de la experiencia del usuario y la satisfacción en la adopción y el uso continuo de la tecnología. Los investigadores han analizado cómo los constructos del TAM, como la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida, influyen en la experiencia del usuario y la satisfacción. Además, se ha prestado atención a los factores emocionales y hedónicos relacionados con la tecnología y cómo influyen en la aceptación y el uso.

A medida que avanzan las tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático, la realidad virtual y aumentada, y la internet de las cosas, el TAM se ha utilizado para comprender la adopción y el uso de estas tecnologías. Los investigadores han explorado cómo los constructos del TAM se aplican a estas tecnologías emergentes y han identificado factores adicionales que pueden influir en su adopción, como la confianza en la tecnología autónoma y la privacidad de los datos.

3 Metodología

La metodología que se va a seguir en el desarrollo de este trabajo es la siguiente:

- a) Desarrollar las características principales del mantenimiento y del CMMS así como su implementación.
- b) Proponer el modelo que permita analizar la aceptación tecnológica por parte de los usuarios y la relación entre los distintos factores encontrados.
- c) Desarrollar un cuestionario que permita aceptar o rechazar las hipótesis planteadas.
- d) Evaluar y analizar el modelo propuesto llegando a un modelo final y creando conclusiones y futuras líneas de investigación.

4 Modelo propuesto

El modelo propuesto consta de 15 hipótesis que relacionan 9 factores, como se puede ver en la figura 1.

Estas hipótesis se enumeran a continuación:

H1. Las habilidades y la formación en el sistema de gestión del mantenimiento inciden positivamente en el conocimiento de la herramienta.

H2. Las habilidades y la formación en el sistema de gestión del mantenimiento inciden positivamente en la percepción de usabilidad.

H3. Las habilidades y la formación en el sistema de gestión de mantenimiento inciden positivamente en la percepción de facilidad de uso.

H4. El conocimiento del sistema de gestión del mantenimiento incide positivamente en la actitud hacia el mismo.

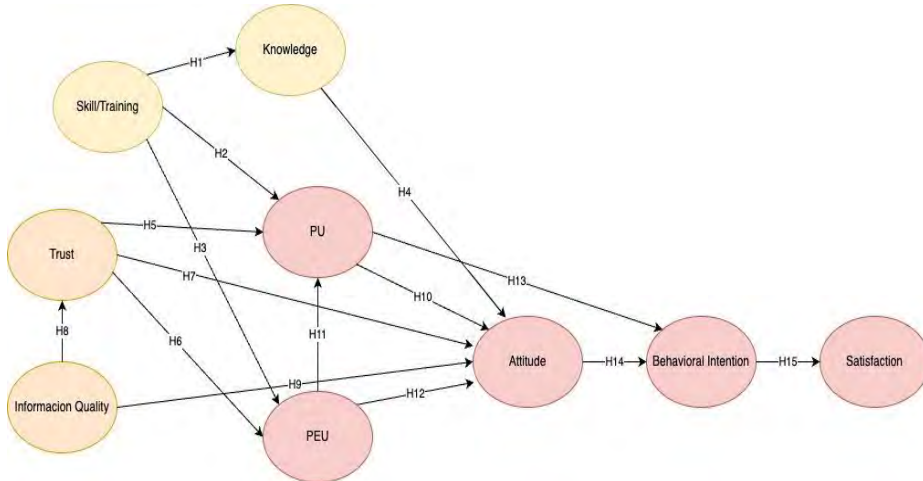


Fig. 1. Modelo Propuesto Final.

H5. La confianza en el sistema de gestión del mantenimiento incide positivamente en la percepción de usabilidad.

H6. La confianza en el sistema de gestión del mantenimiento incide positivamente en la percepción de facilidad de uso.

H7. La confianza en el sistema de gestión del mantenimiento incide positivamente en la actitud hacia el mismo.

H8. La calidad de la información en el sistema de gestión de mantenimiento afecta positivamente la confianza en el software.

H9. La calidad de la información en el sistema de gestión de mantenimiento afecta positivamente la actitud hacia el software.

H10. La percepción de usabilidad en el sistema de gestión del mantenimiento incide positivamente en la actitud hacia el mismo.

H11. La percepción de facilidad de uso en el sistema de gestión de mantenimiento incide positivamente en la percepción de usabilidad.

H12. La percepción de facilidad de uso en el sistema de gestión de mantenimiento incide positivamente en la actitud hacia el mismo.

H13. La percepción de usabilidad en el sistema de gestión del mantenimiento incide positivamente en la intención de comportamiento hacia el mismo.

H14. La actitud hacia el sistema de gestión del mantenimiento incide positivamente en la intención de comportamiento hacia el mismo.

H15. La intención del comportamiento hacia el sistema de gestión del mantenimiento incide positivamente en la satisfacción del sistema.

5 Resultados

Tras la revisión de la literatura actual se ha propuesto un modelo compuesto con los factores de conocimiento, aptitudes y entrenamiento, confianza, calidad de la información del CMMS, autoeficacia, seguridad, privacidad y riesgo percibido y resistencia al cambio. Del modelo original del TAM se cambia el uso actual por la satisfacción para medir la satisfacción de los usuarios del CMMS en la planta de producción de España tras un año de implementación del sistema y así predecir el uso futuro del sistema dentro de la fábrica.

6 Discusión

A la vista de los resultados obtenidos en este trabajo propone un modelo en el que va a poder fijarse los gestores de proyectos de implementación de sistemas de gestión del mantenimiento.

También se proponen acciones para mejorar el sistema ya implantado así como reforzar las hipótesis más determinantes en el modelo final y reforzar la satisfacción final de los usuarios. Entre las acciones más importantes se destacan que las aptitudes o el entrenamiento no tienen un peso relevante en el conocimiento sobre el sistema, que el conocimiento tiene una influencia positiva en la satisfacción del usuario, que las aptitudes y la confianza no tienen influencia positiva en la facilidad de uso percibida y que la facilidad de uso no influye en la usabilidad ni en la actitud de los usuarios.

Por lo tanto, se puede decir que el conocimiento es adquirido por los usuarios a través de la experiencia con la herramienta por lo que necesitan un periodo de adaptación, que cuanto mejor sea la calidad de la información en la herramienta mejor será el uso y que la facilidad de uso no es relevante para los usuarios sino que la usabilidad percibida por los usuarios sobre todo viene determinada por la confianza en el sistema.

Por lo tanto los esfuerzos de las compañías que implantan un sistema de gestión del mantenimiento computerizado no deben centrarse en que el sistema sea fácil de usar sino que tenga información de calidad para que los usuarios adquieran confianza en él, que los sistemas de seguridad no den lugar a dudas y que tengan tiempo suficiente para adquirir conocimiento y ser autoeficaces.

7 Conclusiones y futuras líneas

Este estudio ha evaluado la aceptación tecnológica y su nivel de satisfacción de los usuarios de la herramienta de gestión del mantenimiento CMMS. Para llevar a cabo el estudio se han analizado 9 factores y se han propuesto 15 hipótesis, y se ha plantado un cuestionario formado por 48 cuestiones con una escala de Likert de 1 a 5. En la distribución de cuestionarios a los usuarios, se distribuyeron un total de 70 cuestionarios y solo se devolvieron 44.

En relación con el primer objetivo de la investigación: identificar los factores más influyentes que conducen hacia el uso del CMMS. Los resultados demuestran que el uso

de CMMS mejorará el desempeño laboral del encuestado a través de la utilidad percibida, que están satisfechos con la herramienta y además tienen la intención de continuar usándola. De las 15 hipótesis estudiadas, tan solo se detectaron 7 relaciones que no cumplen con los resultados esperados mientras que se perciben 4 nuevas relaciones de influencia entre factores. La confianza y la calidad de la información tienen una influencia positiva sobre el conocimiento, el conocimiento la tiene sobre la satisfacción de manera directa, y la seguridad y privacidad la tiene sobre la resistencia al cambio. Las relaciones no válidas se han marcado en rojo en la figura 44 y las nuevas se han marcado en verde. De esta forma se tiene una visión final y completa del modelo resultante.

Coincidiendo con el segundo objetivo de investigación: determinar las barreras que influyen en el uso del CMMS en la medición del desempeño del usuario. Se pueden destacar las principales hipótesis que tienen una puntuación mayor. Los encuestados están de acuerdo en que aún les falta autoeficacia con la herramienta para percibir su facilidad y que la confianza en la herramienta viene dada por la seguridad y privacidad que la herramienta les proporciona. También muestran un mayor conocimiento si confían y la calidad de la información que encuentran en la herramienta es alta. Estos resultados se entienden explicando algunos hechos. Los fallos de seguridad retrasan las tareas, la capacidad para introducir información veraz varía dependiendo de la formación que tiene cada usuario y al igual que lo hace el desempeño el uso del ordenador.

Sobre el último objetivo de la investigación: establecer la relación de las barreras con los factores de intención de comportamiento y satisfacción del CMMS. A partir del resultado, se observa una clara relación entre la intención de comportamiento y la satisfacción. Asimismo, existe una conexión entre el conocimiento y la resistencia al cambio que va directa o indirectamente relacionada con la satisfacción a través de la intención de comportamiento de los usuarios. En este caso pierde peso la facilidad de uso percibida que queda aislada de la utilidad percibida y de la actitud.

A la vista de los resultados, el modelo final se puede utilizar con éxito para evaluar la probable adopción de sistemas de gestión del mantenimiento computerizado. En el mundo actual, la tecnología cambia rápidamente y se está introduciendo y utilizando en todos los aspectos de nuestras vidas. Sería prudente que los gestores de las compañías utilicen el modelo de aceptación de tecnología durante el desarrollo de una herramienta de gestión del mantenimiento para aumentar la adopción de los usuarios y crear una tecnología que los usuarios encuentren útil mientras cumplen sus criterios de calidad y objetivos de rendimiento. Muchos usuarios finales están familiarizados con las plataformas tecnológicas, por eso se reduce la importancia de la facilidad de uso percibida.

El modelo TAM se considera apropiado para explicar cómo el CMMS satisface sus necesidades laborales respecto al mantenimiento. El modelo TAM también afirma que el impacto de las variables externas sobre satisfacción no solo se mide por medio de la actitud y la intención de comportamiento sino también por el conocimiento.

En el modelo final, los determinantes de la utilidad percibida son las aptitudes y el entrenamiento, la confianza, la autoeficacia y la facilidad de uso percibida. Mientras que los determinantes de la facilidad de uso percibida son la autoeficacia y la seguridad

y privacidad. En este modelo se destaca que la facilidad de uso percibida no tiene influencias de otros factores que en un primer momento se habían determinado importantes respecto a ella como las aptitudes y el entrenamiento o la confianza.

El primer uso del CMMS en la empresa donde se ha implantado se dio a finales de 2021 y el proceso de actualización y finalización del sistema aún está en curso. Aunque los resultados de satisfacción son buenos, se han sentado las bases para evitar el fracaso del proyecto. Por lo tanto, los gestores deberían seguir nuevas direcciones en las actualizaciones del proyecto en el futuro.

Fruto del trabajo realizado se han identificado algunas limitaciones a lo largo del estudio. En primer lugar, aunque el número de respuestas es significativo necesitamos alcanzar un número mayor de respuestas, por lo que vamos a realizar una campaña que nos permita su obtención.

En segundo lugar este estudio se extenderá a otras plantas industriales para producir un mayor resultado y nos permitirá observar las diferencias existentes entre la aceptación y los factores principales que afectan al sistema de gestión de mantenimiento de los diferentes centros de producción. Además, como el TAM es un modelo flexible y la mayoría de los estudios que utilizan el modelo TAM incluyeron otros factores externos que pueden afectar el nivel de aceptación del sistema, se pueden estudiar cómo afectan algunos factores culturales a la aceptación del sistema dependiendo del país en el que se encuentre la fábrica de la compañía.

En tercer lugar, se propone el desarrollo de un estudio longitudinal que permita evaluar las acciones realizadas para la optimización y mejora del sistema.

References

- [1] G.P. Sullivan, R. Pugh y A.P. Melendez, «Operations and Maintenance Best Practices--A Guide to Achieving Operational Efficiency», 2010.
- [2] M. Milojevic y F. Nassah, «Executive summary Digital Industrial Revolution with Predictive Maintenance Are European businesses ready to streamline their operations and reach higher levels of efficiency? », sponsor, 2018.
- [3] Statista Research Department, «Facility management: budget spent on cleaning/maintenance equipment and supplies in the United States 2017-2022», 2021.
- [4] ATS, «2020 State of Industrial Maintenance Report» 2021, [En línea]. Available: <https://www.advancedtech.com/resource/2020-state-of-industrial-maintenance-report-download/>. [Último acceso: 25 09 2023]
- [5] C. Duvant y L. Castro, «Gestión del mantenimiento en la seguridad y salud en el trabajo del sector industrial manufacturero», *Mente Joven*, vol. 8, no. 2, pp. 19-27.

Métricas en proyectos ágiles. Caso práctico: Jira Cloud

Marina García Garrote¹

¹ Departamento de Ciencias de la Computación. Universidad de Alcalá (España)
marina.garciagarrote@edu.uah.es

Resumen. El mundo del desarrollo de software ha experimentado una transformación significativa con la adopción de metodologías ágiles. Estas metodologías han resaltado la necesidad de implementar métricas efectivas para evaluar el desempeño del equipo, la calidad del producto y la satisfacción del cliente. En este contexto, este artículo está principalmente centrado en el ámbito de las métricas en proyectos ágiles. Al explorar el caso práctico de Jira Cloud, se espera realizar una evaluación que permita comprender mejor cómo las métricas pueden ser aprovechadas para el éxito en la gestión de proyectos ágiles. Además, se desarrolla una herramienta que ayude a la elegir la que más se adecue en cada caso al proyecto mediante unas sencillas preguntas se pueda orientar a los equipos a seleccionar de manera más fácil la métrica adecuada en cada caso.

Palabras clave: Desarrollo de software. Métrica. Metodología ágil. Jira Cloud. Gestión de proyectos. Rendimiento. Producto. Calidad.

1. Introducción

Este estudio pretende detallar el estado actual del mundo de las métricas en proyectos ágiles y cómo influyen en el éxito de la gestión de proyectos. Además, se realizará una evaluación de éstas en un caso práctico específico: un proyecto planificado con Jira Cloud. Se evaluarán además distintas herramientas de soporte a la gestión ágil, plataformas líderes en la gestión de proyectos y seguimiento de problemas, y como pueden ser aprovechadas para recopilar y analizar estas métricas de manera eficiente y precisa.

2. Estado del arte

En el contexto de las metodologías ágiles, las métricas evolucionan constantemente para adaptarse a las cambiantes necesidades de los equipos y las organizaciones.

Dentro de las métricas ágiles básicas más relevantes en la actualidad, se incluyen:

1. Velocity (Velocidad).
2. Burn-down chart (Gráfico de avance).
3. Lead Time (Tiempo de entrega).
4. Cycle Time (Tiempo de ciclo).

5. Defect Density (Densidad de defectos).
6. Customer Satisfaction (Satisfacción del cliente).
7. Retrospective Actions Completed (Acciones de retrospectiva completadas).
8. Test Coverage (Cobertura de pruebas).
9. Burn-up chart (Gráfico de evolución).

2.1. Nuevas métricas aplicadas en la actualidad

Apoyada por la clasificación de [1], en este estudio se propone una clasificación de las métricas investigadas en tres grandes bloques; métricas asociadas a la estimación, métricas asociadas a la implementación de tareas y métricas asociadas a la calidad.

Destacan entre otras en el estudio:

- Precisión de la estimación. Permitir analizar el porcentaje de acierto de la asignación y el análisis del esfuerzo de cada desarrollador.
- Número de tareas de desarrollo sin estimación de esfuerzo.
- Scope creep: número de requisitos añadidos sin planificar.
- Magnitud relativa de error (MMRE). Permite obtener la magnitud de error relativo de la estimación realizada [2].
- Diagrama de flujo acumulado: que permite visualizar cuellos de botella evaluando el flujo de trabajo por estados.
- Gráfico de parking lot. Muestra el logro de cada una de sus funciones en porcentaje.
- Tareas sin asignar.
- Tareas bloqueadas (por terceras partes u otras tareas).
- Variabilidad de la velocidad.
- Throughout (rendimiento). Mide la cantidad promedio de elementos de trabajo procesados por unidad de tiempo.
- Tiempo de testing: Cantidad de tiempo asignada para actividades de prueba.
- Número de errores activos. Puede significar una pérdida de calidad en el producto.
- Tareas obsoletas. Estas tareas pueden ir asociadas a productos que ya no son necesarios para el cliente
- Número de tareas con errores reportados.
- Deployment frequency (Frecuencia de despliegue) [3].
- Mean time to recovery (tiempo de recuperación).
- Change Failure Rate (tasa de fallos).

3. Herramientas de soporte a la gestión ágil y métricas que proporcionan

Destacan en el análisis herramientas como Jira. Trello, Asoxoft, AzureDevOps, Asana, iceScrum, etc. Todas ellas poseen un conjunto de métricas y gráficos que permiten la evaluación del proyecto, permitiendo en algunos casos personalización de ejes, tipo de

gráfica, elección del diseño de un dashboard. Destacan por estar limitadas en cuanto al desarrollo de nuevas métricas a demanda, para lo cual cuentan con integraciones que permiten a los usuarios desarrollar una gran variedad de métricas y diseños. Este es el caso de herramientas como Scr o PowerBI [4].

3.1. Caso práctico: Jira Cloud

Para poder visualizar de manera práctica la aplicación de las distintas métricas planteadas y el conocimiento que se puede obtener de ellas, se realiza un caso práctico mediante la herramienta Jira Cloud. Se genera un proyecto con cuatro sprints a desarrollar en cuatro semanas y se crean y gestionan distintas tareas. Para poder ver particularidades en las métricas se estiman los sprints teniendo en cuenta distintos factores como técnicos de vacaciones o de baja.

Se ejecutan las métricas disponibles que ofrece Jira Cloud: Burnup report, Sprint burndown chart, Velocity report, y Cumulative flow diagram.



Fig. 1. Métrica Cumulative flow diagram aplicadas al proyecto desarrollado.

En este caso se puede ver como al haber tenido personal de vacaciones y de baja, el equipo ha ido arrastrando tareas de un sprint a otro y ha realizado menos puntos de historia de los estimados, hasta que en el último sprint se ha realizado una estimación inferior que permitiera un reajuste.

Se realiza también un dashboard personalizado dentro de la propia herramienta, que permite, al igual que las demás herramientas analizadas, cierto grado de personalización. En este caso se han calculado las gráficas: tiempo empleado por técnico, Gráfica de Creado vs. Resuelto, Gráfica de tareas creadas, Gráfica de tiempo medio por estado, Gráfica de porcentaje de tareas realizadas por técnico, y distintos KPIs de prioridad y estado.

4. Desarrollo de herramienta para elección de métricas

Para poder realizar una mejor toma de decisiones en un negocio es importante elegir las métricas adecuadas según el proyecto o los aspectos más relevantes a analizar. Para ello ha desarrollado un prototipo de herramienta que ayudaría a elegir las métricas que forme parte de este proceso de mejora de toma de decisiones, mediante la herramienta “Low code” Power Virtual Agents, de Microsoft.

Mediante esta herramienta se genera un chatbot que incluye preguntas como: *¿Qué metodología ágil estás utilizando?*, *¿Con qué frecuencia realizas entregas o iteraciones?*, *¿Se trata de un equipo con experiencia?*

5. Conclusiones

Se puede concluir que, las métricas que se proponen en estas metodologías son las que ayudan a los equipos a mejorar su flujo de trabajo y su productividad con el tiempo. Definitivamente, desempeñan un papel crucial en las metodologías ágiles, permitiendo a los equipos y las organizaciones evaluar su rendimiento y tomar decisiones informadas.

La selección y aplicación adecuada de las métricas en metodologías ágiles es fundamental para lograr el éxito en los proyectos y mejorar la calidad del producto entregado. Toda esta variedad de métricas se enfoca en general en reforzar el uso de metodologías ágiles, promoviendo la velocidad en la que se entrega producto al cliente, pero también en revisar de manera constante la calidad que se provee.

El desarrollo realizado para la elección de la métrica más adecuada al usuario ha supuesto un análisis en detalle de cuáles son las necesidades de un gestor de proyectos.

6. Referencias

- [1] Choraś et al. (2020). Measuring and improving agile processes in a Small-Size software development company. Journals & Magazine | IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9076670>
- [2] Malathi, S. (2012, noviembre 6). Estimation of effort in software cost analysis for heterogenous dataset using fuzzy analogy. arXiv.org. <https://arxiv.org/abs/1211.1136>
- [3] Hilska, O. (2022b, marzo 9). Practical Guide to DORA Metrics. Swarmia. <https://www.swarmia.com/blog/dora-metrics/> 4
- [4] Gordon, J. (2021). AzureFunBytes - A brief intro to azure boards. DEV Communi-ty. <https://dev.to/azure/azurefunbytes-a-brief-intro-to-azure-boards-m8>

Digitalización de los procesos en la distribución de producto

Ignacio A. Córdoba Penelas¹, José Amelio Medina Merodio¹

¹Departamento de Ciencias de la Computación
Escuela Politécnica Superior
Universidad de Alcalá
28871 Alcalá de Henares (Madrid)
ignacio.cordoba@edu.uah.es; josea.medina@uah.es

Resumen. La digitalización de los procesos logísticos en la distribución de productos se está convirtiendo en una necesidad para las empresas que desean estar a la vanguardia. En este trabajo hemos analizado un modelo de aceptación tecnológica a partir de la implantación de una aplicación de gestión de entradas en una plataforma logística de distribución de producto y el éxito en la aceptación de esta nueva tecnología por parte de cada uno de los trabajadores. El desarrollo y la implantación de esta aplicación nos sirve para analizar cuál es la aceptación de la digitalización de un proceso en el sector de la distribución logística y además establecer el modelo de aceptación tecnológica evolucionado con nuevas variables externas que se han incluido. Hemos analizado los factores externos que influyen en la aceptación de la aplicación desarrollada mediante un cuestionario y a partir de los resultados obtenidos hemos mostrado la validez según correspondiera de cada una de las hipótesis. Adicionalmente, nos ha permitido encontrar nuevos factores que influyen en el modelo que podrán ser evaluados en trabajos posteriores.

Keywords: Digitalization, Satisfaction, Technologies, Tracking, Digital Systems

1 Introducción

La digitalización en el sector logístico y de transporte está en constante crecimiento y es un elemento clave en la evolución de la industria. El perfil digital para la implantación de la digitalización escasea en el sector logístico y solo el 15% de las empresas han contratado a alguien con formación específica para un puesto digital, apostando igualmente por perfiles flexibles a los cambios y que sean motivadores del cambio dentro de las organizaciones [3].

En cuanto al uso de herramientas digitales para la logística, en el estudio realizado por SC Trade Technologies destaca que el uso de herramientas en la nube es escaso en comparación con otros sectores, solo el 30% del sector logístico utiliza de manera habitual cualquier tipo de herramienta que permita avanzar hacia la digitalización y la industria 4.0 [2].

Por otro lado, desde Ejecutivos destacan que la Internet de las cosas (IoT) y la Realidad Aumentada (RA) tienen un gran potencial de aplicación dentro del sector logístico. Las aplicaciones potenciales para las soluciones de IoT y RA están relacionadas con el seguimiento de inventarios de almacenes, procesos de pedido automatizados, seguimiento de vehículos o entregas de mercancías, formación e integración de los trabajadores o controles de integridad, son algunos de los ejemplos de lo que se puede llegar a conseguir con la evolución de estas herramientas [5].

En relación con la intención de transformación digital en el sector logístico, España ha avanzado con un 36% de empresas que ya han implementado o ejecutado un plan de transformación digital en logística. Los diversos beneficios de la transformación digital son, una mayor eficiencia y flexibilidad, además de una mejora en el nivel de servicio y la reducción de costos [4].

En resumen, la transformación digital en el sector logístico y de transporte continúa creciendo, pero España tiene un largo camino por recorrer para adaptarse al nuevo modelo de crecimiento y mejorar su nivel de digitalización. La implementación de tecnologías como big data, IoT y RA pueden tener un gran impacto en el sector, y las empresas deben estar preparadas para afrontar los retos y oportunidades que surjan en el proceso de transformación digital.

2 Estado del Arte

El flujo logístico según Riesco se define en los 5 procesos fundamentales dentro de la logística, indicando adicionalmente unos subprocesos implícitos dentro de estos procesos. Los 5 grandes procesos se separan en: Compras, Servicio al cliente, gestión de inventarios, almacenamiento y Transporte [6].

Igualmente, Zonalogística define la logística de procesos como un tipo de logística que se ocupa de llevar a cabo la planificación y la implementación de las condiciones que permiten que el control de flujo funcione de forma correcta [1].

Por tanto, si unimos ambas definiciones podemos llegar a un conjunto de acciones para definir el proceso logístico y establecer que se trata de la parte de la logística que garantiza que el flujo de la cadena de suministro se mantenga siempre activo. De este modo, afecta a fases como el transporte y distribución de mercancías, pero también a aquellas en las que no existe un desplazamiento físico de ningún tipo.

Tal y cómo destaca el proveedor de servicios logísticos Nal, un área importante de los procesos logísticos es la constante evolución y mejora de sus procesos que permite optimizarlos ya que forman parte de la cadena de suministro en su conjunto. En este sentido, contar con determinadas herramientas que permitan mejorar la eficiencia de los procesos en cada una de las distintas fases es crucial para garantizar una producción y servicio óptimo [8].

Por lo tanto, la digitalización de los procesos logísticos resulta fundamental para optimizar la gestión y reducir los costos asociados. Con el uso de tecnologías modernas de la información y la comunicación (TIC), las empresas pueden automatizar diversas tareas, mejorar la visibilidad de la cadena de suministro y tomar decisiones más informadas basadas en datos en tiempo real.

Podemos decir que la trazabilidad y la serialización son dos conceptos estrechamente relacionados ya que desempeñan un papel crucial en la digitalización de los procesos logísticos de distribución. La trazabilidad es un paso que únicamente se puede dar a partir de la serialización, ya que es la forma en que se puede asignar de manera unívoca a cada producto sin confusión posible.

Tal y cómo define la empresa Macsa id, que aporta soluciones de codificación, define la serialización como un proceso que implica la asignación de un número único o código de identificación a cada producto individual, de tal forma que cada producto se puede conocer por un código representativo para las organizaciones sin tener que dar ningún detalle de este por escrito. Este código puede contener información relevante, como el número de serie, la fecha de fabricación, el lote de producción y otros datos pertinentes. La serialización permite una identificación precisa y un seguimiento individual de cada producto, lo que facilita la trazabilidad y mejora la gestión de inventario, la detección de falsificaciones y la respuesta ante posibles problemas de calidad [9].

La serialización de productos es el proceso de etiquetar, ya sea físicamente o mediante otras tecnologías, las unidades de inventario vendibles individuales con identificadores únicos que se asignan a cada artículo. Aunque a menudo se habla en términos de números de serie, la serialización no tiene por qué seguir un patrón numérico estricto. Una unidad de mantenimiento de stock (SKU, por su definición en inglés Stock Keeping Unit) es otra forma de rastrear y localizar los artículos en los almacenes o en los canales de venta

Podemos definir el concepto de trazabilidad como la posibilidad de identificar el origen y las diferentes etapas de un proceso de producción y distribución de un bien hasta su llegada al destino final. La trazabilidad logística permite saber dónde se encuentra en cada momento un producto a lo largo de la cadena de suministro. La trazabilidad ayuda a saber cuáles son los componentes y la procedencia de la mercancía, los tratamientos atribuidos a los artículos o el proceso de distribución que se ha seguido.

Podemos distinguir dos tipos de beneficios de la trazabilidad en función del usuario de la herramienta que constituye la trazabilidad. Por un lado, a las empresas la trazabilidad logística les permite identificar puntos críticos, cuellos de botella o incidencias en su cadena de suministro, facilitando su corrección y mejorando así la calidad de sus procesos y de su servicio al cliente [10].

La existencia de sistemas electrónicos e informáticos diseñados para trazabilidad logística permite al sector que los emplee, llevar un control exhaustivo de todo lo que sucede en su cadena de suministro, desde la recepción del producto, o incluso antes si tienen implementado el tracing, hasta la entrega final del producto o mercancía

Por último, los sistemas de trazabilidad logística también tienen beneficios para la protección de la salud pública, sobre todo en sectores como la alimentación o el farmacéutico, en donde están regulados por las distintas normativas, tanto internacionales como nacionales.

3 Metodología

La metodología que se va a seguir en el desarrollo del proyecto es la siguiente: se propondrá un modelo de aceptación tecnológica con unas variables externas que se deben evaluar cómo se relacionan con el modelo de aceptación tecnológica clásico (TAM).

Previamente a la realización de una propuesta de modelo a evaluar, presentamos la teoría de los procesos logísticos, centrándonos en la trazabilidad y la serialización que son las áreas que centralizan la actividad de la distribución dentro de la cadena de suministro.

Una vez revisada la situación de los procesos logísticos y sus diferentes componentes, hemos planteado el proceso de trabajo actual que se quiere digitalizar y todos los subprocesos que son inherentes al proceso de distribución de producto. Y también hemos realizado la propuesta del flujo de trabajo una vez el proceso se haya digitalizado. Con esta información, podemos plantear de manera informada el modelo de aceptación tecnológica que queremos evaluar junto con las variables externas que se encuentran en el modelo.

Realizaremos un análisis de las hipótesis y la aceptación o no en base a los artículos publicados para estudios de temática similar a la propuesta en el desarrollo de este trabajo final de Máster. Estos artículos tienen como base fundamental el modelo TAM y el análisis a través de ecuaciones estructurales, aportando valor al análisis del modelo propuesto y estudiado.

Posteriormente, realizaremos un cuestionario que incluya preguntas sobre cada uno de los factores y cómo son percibidos dichos factores por los usuarios. El cuestionario se pasará a los distintos trabajadores de una empresa del sector logístico. Este paso se da para poder identificar qué hipótesis acertadas y están fuertemente relacionadas entre sí los factores, y cuáles de ellas habría que rechazar o seguir analizando mediante un muestreo mayor.

Con los resultados obtenidos, se analizarán y se aceptarán o rechazarán las hipótesis del modelo propuesto en base a una serie de indicadores previamente establecidos.

Por último, realizaremos nuevas propuestas que puedan surgir a raíz de los resultados obtenidos y se propondrán futuras líneas de investigación como consecuencia de los resultados y a raíz del modelo propuesto.

4 Resultados

Los resultados se han obtenido a partir de la preparación de un cuestionario para analizar las hipótesis planteadas en el trabajo y en función de las respuestas a dicho cuestionario hemos conseguido establecer qué hipótesis están fuertemente ligadas entre sí y cuáles no. Estos resultados nos han permitido resolver si el modelo propuesto es acertado o no y proponer nuevas variables externas que hayan surgido como consecuencia del análisis de las múltiples respuestas obtenidas.

A la luz de los resultados obtenidos, se ha propuesto un modelo que cuenta con unos factores externos que son la formación, la experiencia, la innovación y la motivación,

excluyendo de este modelo las características de la organización, por su nula significancia en las hipótesis planteadas.

Adicionalmente, se añade un nuevo factor como es la intención de uso, además de los factores tradicionales de un modelo TAM, como son la facilidad de uso, la usabilidad y la satisfacción de uso.

El modelo propuesto consta de 9 factores con 14 hipótesis, como se puede ver en la figura 1.

Las hipótesis que hemos definido son las siguientes:

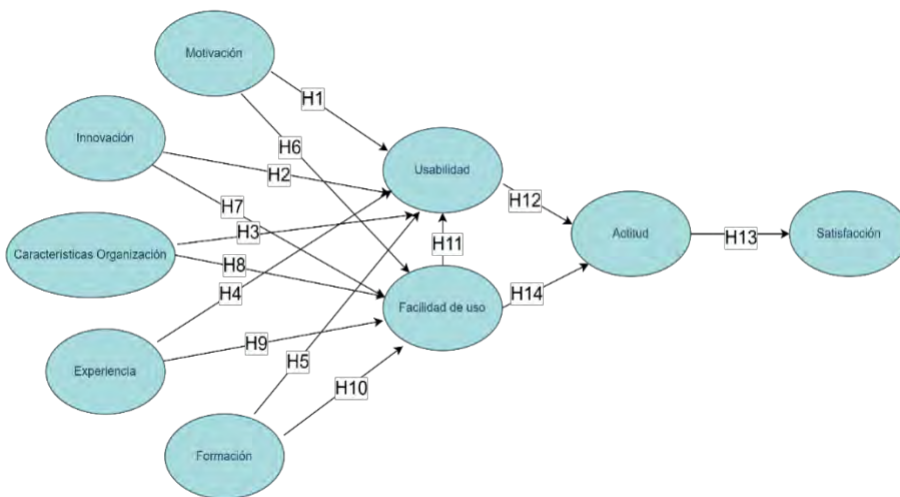


Fig. 1. Modelo Propuesto Final.

H1: La motivación del trabajador en el desarrollo de sus tareas afecta directa y positivamente a la percepción de uso del trabajador acerca de las herramientas implantadas.

H2: La innovación del afecta directa y positivamente a la percepción de uso del trabajador acerca de las herramientas implantadas

H3: Las características de la organización afectan directamente a la percepción de uso por parte de los trabajadores hacia la digitalización de los procesos

H4: La experiencia adquirida por el trabajador tiene relación directa con la percepción de usabilidad de la herramienta para la trazabilidad

H5: La formación afecta de forma directa y positivamente a la usabilidad de las herramientas de digitalización

H6: La motivación de los trabajadores en su entorno laboral está relacionada directamente con la facilidad de uso y esto influye directamente en la digitalización de los procesos de la empresa

H7: La innovación en las herramientas digitales afecta de forma directa y positivamente a la facilidad de uso en la digitalización de procesos

H8: El Liderazgo afecta directa y positivamente a la facilidad de uso en el uso de las herramientas digitales

H9: La experiencia del trabajador en el uso de herramientas digitales influye de forma directa y positivamente en la facilidad de digitalización de procesos

H10: La formación del trabajador en el uso de herramientas digitales influye directa y positivamente a la facilidad de uso de estas herramientas

H11: La facilidad de uso influye de forma directa y positiva a la usabilidad de las herramientas digitales

H12: La usabilidad afecta de forma directa y positiva a la actitud del usuario

H13: La Actitud tiene una influencia directa y positiva sobre la satisfacción de los usuarios en el uso de herramientas de digitalización

H14: La facilidad de uso influye directa y positivamente sobre la actitud de los usuarios frente a las herramientas digitales

Para llevar a cabo este estudio exploratorio se realizó un muestreo aleatorio sobre un conjunto de trabajadores que, del sector logístico, obteniendo la respuesta de 30 personas, tras el análisis se han obtenido los siguientes resultados:

Todas las variables externas salvo las referentes a las características de la organización tienen una relación significativa, en mayor o menor medida con la facilidad de uso y con la usabilidad, ya que los usuarios consideran que son poco representativas en el uso de las aplicaciones digitales.

Por otro lado, podemos observar que la relación entre la formación y la usabilidad, aunque presenta una relación significativa, no presenta la misma fortaleza que el resto de las relaciones, debido a que la formación de los usuarios puede ser muy amplia y disponer de ella en múltiples áreas, pero sin tener impacto sobre la usabilidad que pueda llegar a percibir el usuario de la aplicación, debido a que la usabilidad es totalmente subjetiva y aunque aumenta con una mayor formación, no se percibe como un efecto directo.

En cuanto a la relación entre la experiencia y la facilidad de uso se rechaza debido a que un mayor conocimiento del área de trabajo por conocer el proceso de principio a fin y llevar mucho tiempo en la organización, no implica que el usuario vaya a tener mayor facilidad para hacer uso de las innovaciones que se produzcan debido a la digitalización de los procesos.

5 Discusión

Entendemos por proceso logístico que es todo flujo y/o actividad de la que forma parte el flujo de la cadena de suministro, para llevar los productos y/o servicios, desde la fase de creación del bien, hasta la puesta a disposición del cliente final que ha solicitado dicho servicio/producto.

En este flujo, intervienen múltiples actores, tanto directos como indirectos. Los directos son aquellos que tienen un vínculo sin intermediarios con una parte del flujo y que son parte activa del mismo. Mientras que los actores indirectos son aquellos que principalmente han diseñado el flujo logístico y establecen los controles, auditorías,

reporting del flujo, de cara a poder mejorarlo y/o adaptarlo a las nuevas necesidades [7].

A la vista de los resultados obtenidos en este proyecto proponemos un modelo en el que van a poder fijarse los gestores de proyectos para poder realizar desarrollos de aplicaciones digitales teniendo en cuenta los distintos factores analizados y aplicando los resultados para que la tasa de éxito de implantación de digitalización sea lo más elevada posible.

Unido a este hecho, va a permitir establecer patrones de diseño en las aplicaciones digitales, fomentando la búsqueda de la productividad de los equipos, pero desde un punto de vista de la experiencia de usuario, facilitando así la integración rápida de nuevas aplicaciones en entornos de producción ya desplegados y en funcionamiento.

Como consecuencia de todo ello, los directivos de las compañías, así como los gestores de la transformación digital, van a disponer de herramientas suficientes para definir el plan de implementación de cualquier herramienta digital en el sector logístico, planteando un escenario de éxito de implantación cercano al 100%, dado que evitarán los errores en el desarrollo de las aplicaciones además de reducir los tiempos de implementación para cada uno de los entornos de transformación digital.

6 Conclusiones

La digitalización de los procesos en la distribución de producto es un aspecto muy importante a tener en cuenta en los problemas de la distribución en cualquier sector y más en el sector de la logística, que es el que hemos analizado en este Trabajo, y que tiene como aspecto relevante la trazabilidad y la serialización para el control de todo lo que sucede en la cadena de suministro.

Los resultados de este trabajo podrán ser tenidos en cuenta por responsables y directivos de empresa para llevar a cabo sus procesos de digitalización, planteando la transformación digital de las compañías desde el desarrollo de aplicaciones sencillas, que permiten monitorizar las actividades y cada uno de los subprocesos que intervienen en las actividades globales.

Además, va a permitir a las compañías disponer de información sin ningún tipo de sesgo y subjetividad, partiendo de una información básica y objetiva y pudiendo analizar el comportamiento de cada uno de los procesos digitalizados. De esta forma, se podrán tomar acciones correctivas sobre cualquier subproceso que no esté funcionando tal y cómo está definido por parte de la dirección, e incluso podrán definirse acciones preventivas para evitar que el proceso se desvíe, bajo unos parámetros definidos previamente.

La digitalización de cada proceso y subproceso dotará a los departamentos de un flujo de información continua y constante, sin necesidad de tener tareas repetitivas para los usuarios que pueda llevar al error, y permitiendo un análisis del cumplimiento del estándar definido para cada proceso. Adicionalmente, esta información podrá plantear nuevos cambios en los procesos a medida que la actividad vaya adaptándose a las nuevas necesidades de los clientes o a los nuevos requerimientos de la empresa.

Adicionalmente a los resultados obtenidos relativos a la significancia o no de las hipótesis planteadas, se establece un nuevo modelo que podrá ser evaluado en futuros trabajos, partiendo de la base del primer modelo analizado y añadiendo el nuevo factor encontrado, con las hipótesis.

Todo ello nos conduce a nuevas líneas de investigación que complementan este proyecto, apuntando hacia la sostenibilidad y el medioambiente, la dualidad en los proyectos de implantación o nuevas herramientas de la industria 4.0 que reduzcan el esfuerzo humano y mejora la eficacia de los procesos, permitiendo además tomar decisiones más acertadas por parte de la dirección de las empresas en busca de una ventaja competitiva respecto a sus competidores.

References

- [1] Zona Logística, «Los cinco procesos de la logística», 2023. [En línea]. Available: <https://www.solumat.com.co/blog/los-cinco-procesos-de-la-logistica> [Último acceso: 21 09 2019]
- [2] Logística Profesional, «La logística y el transporte entre los sectores que más implantación de big data tienen en España con un 24,6% de las empresas», 2023. [En línea]. Available: <https://www.logisticaprofesional.com/texto-diario/mostrar/4185451/logistica-transporte-entre-sectores-implantacion-big-data-tienen-espana-246-empresas>. [Último acceso: 20 09 2023]
- [3] SC Trade Technologies, «La digitalización de las empresas de transporte», 2023. [En línea]. Available: <https://www.sctrade.es/digitalizacion-empresas-transporte/> [Último acceso: 21 09 2023]
- [4] Reseller Tech&Consulting, «El 36% de las empresas españolas cuenta con un plan de transformación digital en logística», 2021. [En línea]. Available: <https://www.itreseller.es/al-dia/2021/12/el-36-de-las-empresas-espanolas-cuenta-con-un-plan-de-transformacion-digital-en-logistica> [Último acceso: 21 09 2023]
- [5] Anonymous, «1 de cada 3 empresas españolas está implementado un plan de transformación digital en logística», 2021. [En línea]. Available: <https://www.murcia.com/empresas/noticias/2021/12/15-estudio-a-nivel-europeo-alto-potencial-de-digitalizacion-de-la-logistica.asp> [Último acceso: 20 09 2023]
- [6] I. Rodrigo, «La digitalización industrial ya se ha cobrado empleos», 2022. [En línea]. Available: <https://logistica.cdecomunicacion.es/noticias/sectoriales/56143/la-digitalizacion-industrial-ya-se-ha-cobrado-empleos> [Último acceso: 19 09 2023].
- [7] J. Riesco, «¿Qué Es Un Proceso Logístico?», 2023. [En línea]. Available: <https://enviame.io/que-es-un-proceso-logistico/> [Último acceso: 21 09 2023]
- [8] A. Elmorshidy, «Applying The Technology Acceptance And Service Quality Models To Live Customer Support Chat For E-Commerce Websites», Journal of Applied Business Research, vol. 29, no. 2, Feb 13, pp. 589.
- [9] Macsa, «Serialización y trazabilidad en FMCG», 2023. [En línea]. Available: <https://www.macsa.com/blog/serializacion-y-trazabilidad-en-fmcg/> [Último acceso: 21 09 2023]
- [10] Novatrans, «Qué es la trazabilidad en la logística», 2017. [En línea]. Available: <https://www.novatrans.es/blog/que-es-la-trazabilidad-en-la-logistica/> [Último acceso: 20 09 2023]

Desarrollo de aplicación reactiva con Spring Boot y Spring Webflux

Juan Ignacio Hita Manso¹, Salvador Otón Tortosa¹

¹ Escuela Politécnica Superior, Universidad de Alcalá (España)
juan.hita@edu.uah.es; salvador.oton@uah.es

Resumen. El paradigma de microservicios reactivos ha ganado valor en los últimos años, enfocado en el trabajo con flujos de datos y permitiendo que estos ejecuten eventos con mejores tiempos de respuesta, asíncronos, no-bloqueantes y concurrencia en sus operaciones. En este proyecto se ha desarrollado una arquitectura usando el marco de trabajo Spring Boot y Spring Webflux. Estos módulos nos proporcionan las herramientas necesarias para crear un prototipo de aplicación reactiva para gestionar eventos deportivos y recibir las tablas de puntuaciones de los juegos que transcurran en tiempo real.

Palabras clave: Microservicios, Spring Boot, Spring Webflux, Aplicaciones reactivas, Monitor de juegos deportivos, Tiempo real.

1. Introducción

Todo comenzó en la década del 2010, cuando los desarrolladores se enfrentaban a retos cada vez más complejos y se daban cuenta que el paradigma de la programación orientada a objetos sólo resolvía parte del problema. Partiendo desde esta motivación, se publicó la última versión del manifiesto “*The Reactive Manifesto*” [1], asentando los principios para el desarrollo de software reactivo en cuatro principios: receptivos, resiliente, flexible y orientado a mensajes.

Concretamente el lenguaje Java ha tenido su propio recorrido en los últimos años, contando con diferentes evoluciones sobre su JDK. Una de las primeras soluciones fue “Reactive Streams” [2], seguido del desarrollo de patrones reactivos como RxJava o Project Reactor [3] basados directamente en el primero. Finalmente, evolucionó en el módulo Spring WebFlux [4] introducido en la versión Spring 5 [5], en septiembre de 2017. Este nuevo módulo aglomeraba todas las herramientas para implementar aplicaciones reactivas usando composiciones declarativas y anotaciones dedicadas que proveía al desarrollador una librería enfocada en la facilidad de uso, ligereza, minimización de configuración y el manejo de flujos.

Estas tecnologías han seguido madurando y los casos de usos empresariales reales se han disparado. En parte, a las grandes necesidades empresariales y sociales, debido a la necesidad de mejores aplicativos en tiempo real, clave de otras tecnologías como las aplicaciones móviles o las redes sociales. Actualmente, la cantidad de datos y

usuarios simultáneos continúa aumentando exponencialmente y las ventajas que ofrece este paradigma son claras.

2. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar una aplicación web reactiva, asíncrona y no-bloqueante. Como principal tecnología se usará el framework Spring con sus módulos Spring Boot [6] y Spring Webflux para diseñar una arquitectura funcional de microservicios reactivos. Para la persistencia se usará una base de datos MongoDB reactive en común. Y por último una capa visual con Thymeleaf [7] para representar las peticiones una aplicación web.

Como dominio específico, la aplicación se ha conceptualizado en un prototipo de seguimiento de eventos deportivos en tiempo real (fig.1). Su funcionalidad más atractiva es el monitor de eventos. Pero proveerá de funcionalidades como crear juegos y agendarlos, crear propios equipos, jugadores o un control de puntuaciones en tiempo real.

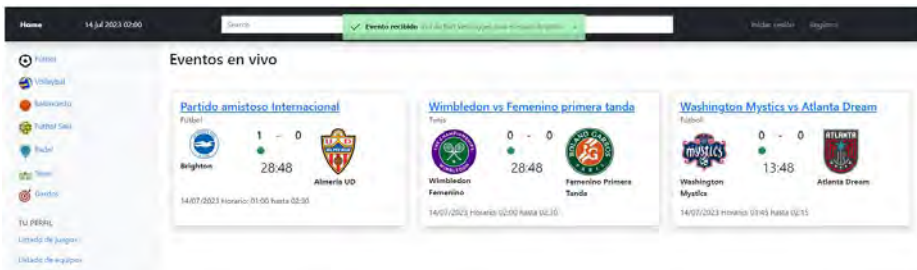


Fig. 1. Página principal del prototipo reactivo desarrollado en el proyecto.

Algunos objetivos relacionados que se han logrado durante la elaboración del proyecto son los siguientes:

- Uso del paradigma de programación declarativa que implementa Spring Webflux como base para su desarrollo.
- Representación de los eventos recibidos desde los microservicios en la aplicación web.
- Implementación de una capa de seguridad usando Spring Security [8].
- Uso de las metodologías ágiles y JIRA para la gestión del proyecto, facilitando alcanzar los objetivos y estimaciones programadas.
- Utilización de herramientas para la integración continua del código en un repositorio.

3. Estado del arte

Las principales tecnologías utilizadas en el desarrollo del proyecto han ido en torno al marco de trabajo Spring, profundizando el uso del módulo Spring Webflux. En primer lugar, se ha usado Spring Boot para la inicialización, configuración automática de las dependencias y ejecución de los proyectos usando el servidor Netty [9]. Como gestor de dependencias se ha usado Maven [10], y las dependencias inicializadoras que incluirán el resto de las librerías: Spring Webflux, MongoDB Reactive [12], Spring Security, Lombok [11] y Thymeleaf.

Todas estas librerías trabajan de manera unísona en la arquitectura, para proveer funcionalidades reactivas y exponer las rutas de la API con escalabilidad y eficiencia. Concretamente, Spring Webflux suministra dos implementaciones de observables (Flux [13] y Mono [14]) para trabajar con flujos y funciones declarativas que son usadas para las transformaciones de los datos. La diferencia entre ellas es que en el primer caso “Flux” implementa un observable que emite un conjunto de 0 a N elementos. Y en cambio, el tipo “Mono” implementa un observable con un único elemento con valor 0 o 1.

El resto de las librerías complementarias facilitan la integración del resto de las funcionalidades. Es el caso del conector de la base de datos no relacional MongoDB para acceder a los datos de forma reactiva, o Spring Security [8] para proveer de un mecanismo de autenticación y control de rutas para manejar los permisos. Por último, se ha usado Thymeleaf como motor de plantillas para la interfaz junto con Bootstrap [15] como hoja de estilos. También se ha utilizado jQuery [16] para mejorar la dinámica de las secciones dentro de la propia vista.

4. Desarrollo de aplicación reactiva

El desarrollo de la aplicación está formado por una arquitectura de una API con cuatro microservicios reactivos montados en Spring Boot y un servicio web con una sencilla interfaz como se representa en el diagrama de la fig.1. Cada microservicio está formado por un proyecto independiente desplegado en puertos consecutivos que mejora la escalabilidad y separa la naturaleza de cada desarrollo. Consta de una base de datos no relacional MongoDB en común para persistir los datos.

A su vez, cada microservicio expone un conjunto de rutas API siguiendo el patrón CRUD y también ofreciendo rutas específicas para determinadas funcionalidades, la finalidad de cada servicio se resume en los siguientes puntos:

- User Service: resuelve las solicitudes sobre los usuarios, registro y autenticación.
- Scores Service: resuelve las peticiones de creación o consulta de las puntuaciones en tiempo real.
- Games Service: resuelve las peticiones sobre los juegos y categorías, crear nuevos juegos, editar o eliminar registros.
- Teams-Player Service: resuelve las peticiones sobre los equipos o jugadores, así como la asociación entre estas dos entidades.

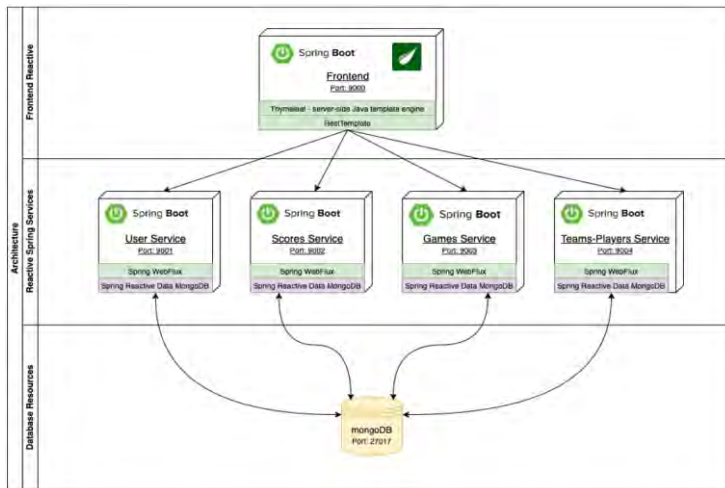


Fig. 2. Arquitectura de microservicios reactiva usando Spring Boot, Spring Webflux y Spring Data MongoDB.

Algunos detalles técnicos que destacar a nivel general en todos los servicios es el uso del patrón Modelo Vista Controlador (MVC) para separar los paquetes y mantener mayor reusabilidad del código. Dentro de Webflux se han implementado los servicios usando una clase enrutadora “**RouterFunctionConfig**” para concentrar las distintas rutas expuestas y manejar la lógica del servicio desde una clase **handler**. Cada servicio recuperará de manera reactiva los datos de la base de datos desde una capa **DAO** y se transformará en un flujo declarativo que posteriormente se devolverá en un objeto tipo **RouterFunction<ServerResponse>** como respuesta. Otras rutas han sido expuestas usando los anotadores **Rest Controller** de manera alternativa, para estudiar su interoperabilidad.

Para la implementación del flujo en tiempo real se utiliza un “stream” asíncrono formado por una ruta **GET (/live-score/scoring)** que establece una conexión permanente con el servidor para recibir mediante la ruta **POST (/live-score/scoring)** los eventos que se publican en concepto de puntuaciones deportivas. Esta API opera directamente con la ruta **POST (/scores)** para generar el registro del evento deportivo en la base de datos. Esta ruta es la mayor característica del sistema, ya que hace la conjunción entre la suscripción al “stream” en vivo, la publicación del evento que se solicita y la posterior creación de un registro persistente en la base de datos.

Por el lado de la interfaz, se ha utilizado igualmente Spring Boot para desplegar la aplicación web en el puerto 9000. Mediante la implementación de **RestTemplate** provista por Spring, se devuelven vistas generadas por el motor de plantillas Thymeleaf a determinadas rutas con las colecciones de datos recibidas por los microservicios. La aplicación provee de un menú con opciones para cada tipo de entidad, teniendo disponibles tablas para mostrar los registros de cada objeto (Juegos, Equipos, Jugadores, Usuarios). Las vistas usan Fragments para mejorar la reusabilidad, aplicadas en los formularios de creación, edición y en las cabeceras o menú de navegación.

En concreto, para esta última parte se ha implementado Spring Security que ofrece un soporte completo para controlar las rutas del sitio. Las principales secciones de la aplicación web, así como el monitor de juego son públicas, salvo rutas concretas como, por ejemplo: formularios de creación de registros, gestión de los usuarios o la creación de nuevos eventos. Estas funcionalidades sólo están accesibles para los usuarios con rol administrador, mediante el uso de estas librerías se consigue mostrar u ocultar secciones en la vista dependiendo de los permisos/roles del usuario.

La funcionalidad principal de la aplicación se basa en crear nuevos juegos con los equipos que existan, para ello primero un administrador debe genera el juego con dos equipos, especificando la hora de inicio y la hora fin. Cuando acontece esa fecha/hora el juego entra en curso y desde la página principal se visualiza una ficha con el detalle del juego, además de permitir acceder al monitor del juego (fig. 3)

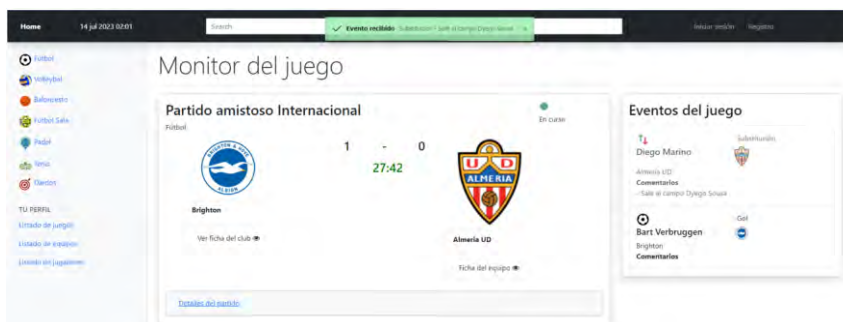


Fig. 3. Monitor de juego en tiempo real, recibiendo evento asíncrono de sustitución.

En este momento, un usuario administrador puede generar nuevos eventos en tiempo real desde el formulario (fig. 4). Al momento de crear este evento asíncrono, en el navegador del cliente se mostrará una notificación en la parte superior y aparecerá progresivamente una nueva tarjeta con la información de lo ocurrido en la sección de eventos de juego. La característica que lo distingue es la capacidad concurrente de recibir eventos de varios juegos a la vez, siendo actualizados todos de forma simultánea.



Fig. 4. Vista de creación de un nuevo evento de juego asíncrono sobre un partido en curso.

5. Conclusiones

El desarrollo de este Trabajo Fin de Máster da como resultado una arquitectura reactiva robusta y polivalente con posibles vías de desarrollo ambiciosas en el mismo plano, o incluso extrapolable a otros dominios donde los eventos por mensajes sean decisivos. La mayor dificultad encontrada está en el uso del paradigma de la programación declarativa para la definición de los flujos de Webflux. Esto es debido a las grandes diferencias respecto a la programación imperativa, la curva de aprendizaje comienza con nuevos conceptos que pueden llegar a ser complejos, pero Spring Webflux facilita considerablemente el desarrollo de software con estas características.

Dentro de las cualidades del prototipo, la que más destaca es la posibilidad de recibir y enviar eventos de puntuaciones de forma simultánea y recibirlo en clientes, con distintas particularidades. También resaltar la interfaz web provista para recibir los eventos concurrentes de distintos juegos y ser mostrados con elementos reutilizables de forma dinámica. Esta base permite incorporar mejoras para añadir más detalle en el modelo o ajustar parámetros más complejos como: la visibilidad por roles, la comunicación entre usuarios o la variabilidad de las puntuaciones.

Otras posibles líneas de desarrollo interesantes para el proyecto pueden ser:

- Desplegar toda la arquitectura en Docker y mediante el uso de Kubernetes.
- Implementar Eureka Server para localizar, registrar los servicios y conseguir hacer balanceo de carga.
- Desarrollar una interfaz web usando un entorno de trabajo más específico, como, por ejemplo: React o VueJS.
- Mejorar la gestión de excepciones y las reglas de negocio específicas.

6. Referencias

- [1] J. Bonér, D. Farley, R. Kuhn, M. Thompson. «The reactive manifesto.» 2014. [En línea]. Available: <https://www.reactivemanifesto.org/>. [Último acceso: 17/07/2023].
- [2] Reactive Streams [En línea]. Available: <https://www.reactive-streams.org/> [Último acceso: 17/07/2023].
- [3] Project Reactor Official Documentation [En línea]. Available: <https://projectreactor.io/docs>
- [4] Spring Webflux Framework official documentation [En línea]. Available: <https://docs.spring.io/spring-framework/reference/web/webflux.html>
- [5] Spring Framework Last Version 6.0.11 [En línea]. Available: <https://spring.io/projects/spring-framework>
- [6] Spring Boot Official Documentation [En línea]. Available: <https://spring.io/projects/spring-boot>
- [7] Thymeleaf, a server-side Java template engine official site [En línea]. Available: <https://www.thymeleaf.org/>
- [8] Spring Security Module of Spring Framework [En línea]. Available: <https://spring.io/projects/spring-security>
- [9] Netty asynchronous event-driven network, official site [En línea]. Available: <https://netty.io/>
- [10] Apache. Maven project [En Línea]. Available: <https://maven.apache.org/>
- [11] MIT License, The Project Lombok [En línea]. Available: <https://projectlombok.org/>
- [12] MongoDB Java Reactive Streams [En línea] Available: <https://www.mongodb.com/docs/drivers/reactive-streams/>
- [13] Flux reactive streams publisher [En línea] Available: <https://projectreactor.io/docs/core/release/api/reactor/core/publisher/Flux.html>
- [14] Mono reactive streams publisher [En línea] Available: <https://projectreactor.io/docs/core/release/api/reactor/core/publisher/Mono.html>
- [15] Bootstrap frontend toolkit [En línea]. Available: <https://getbootstrap.com/>
- [16] jQuery, javascript library [En línea]. Available: <https://jquery.com/>

Mantenimiento industrial, trazabilidad y blockchain

Jose María de la Torre Antolín¹, Jose María Gutiérrez Martínez¹

¹Departamento de Ciencias de la Computación. Universidad de Alcalá (España)

josem.torre@edu.uah.es, josem.gutierrez@uah.es

Resumen. Este trabajo se centra en la auditoría de calidad en el sector aeronáutico, soportada por una red blockchain para garantizar la trazabilidad y seguridad de los datos. A lo largo del artículo se describe el front y backend del sistema informático empresarial, que almacena la información interna de la empresa en una base de datos tradicional, y se integra con el sistema de un proveedor a través de los datos que comparten, almacenando dichos datos en una red blockchain. Aunque este trabajo se centra en auditoría de calidad y en el sector aeronáutico, es aplicable a cualquier otro sector interesado en que las actividades realizadas, deban registrarse para que pueda ser verificada su exactitud.

Palabras clave: Auditoría. Calidad. Hyperledger FireFly. API Rest. Integración.

1. Introducción.

Las empresas producen mercancías y servicios para satisfacer las demandas y necesidades de la sociedad, y deben cumplir con determinadas características de calidad. Para garantizar la calidad, se realizan múltiples acciones como puede ser la formación de los trabajadores, con el objetivo de adquirir una serie de conocimientos considerados necesarios para ejercer cierto rol dentro de la empresa. Una entidad externa mantiene, define y actualiza el currículo que se debe aprender. La combinación de formación y experiencia dota al trabajador del conocimiento para convertirlo en un experto.

Por otro lado, es necesario fijar las características que debe tener un producto, para considerarlo como útil para el usuario y disponer de unas métricas que permitan cuantificar su calidad. Si el producto debe mantener sus características en el tiempo, deben fijarse inspecciones que lo controlen periódicamente para considerarlo útil.

La tercera línea de trabajo que garantiza la calidad de los productos, es el registro de la información que se genera durante su producción o uso. Permite realizar a posteriori, inspecciones que garanticen su calidad durante su producción o uso futuro.

Por otro lado, las empresas colaboran para la fabricación de sus productos, lo que nos obliga a plantearnos la pregunta de cómo podemos garantizar la calidad en una situación de colaboración multiempresarial. La respuesta es que lo podemos conseguir compartiendo los mismos principios, y sobre todo, registrando la información, en algún sistema informático de acceso compartido.

Este artículo trata sobre un sistema de registro del mantenimiento externalizado por las empresas a proveedores, dentro del ámbito del sector aeronáutico. En este sector se controla, registra y certifica la formación del trabajador, su experiencia, qué manuales se puede utilizar para cada trabajo a realizar, la herramienta utilizada, los repuestos, inspecciones sobre el trabajo, los procesos y el artículo final.

En la actualidad, se realiza un trabajo doble. Por un lado, se consultan los registros informáticos que describen el trabajo realizado, dándolos por ciertos. Y, por otro, se verifican los registros documentales de aquellos trabajos considerados críticos. Esta doble comprobación ofrece una oportunidad de mejora, si se pudiera simplificar el proceso mediante alguna herramienta tecnológica.

1.1. Objetivo.

El objetivo es determinar, si es posible utilizar tecnología blockchain como soporte inalterable de información, integrándolo junto al resto de sistemas informáticos de la empresa de una forma relativamente sencilla.

El resultado esperado es un sistema accesible por todos los actores, seguro y confiable, que simplifique la validación de las acciones con una validación única de las mismas.

Para validar el objetivo, se ha realizado una implementación completa de un sistema con las características descritas, a través del cual se pueda comprobar la conveniencia del uso de la tecnología blockchain en estos supuestos.

2. Tecnologías y sistemas.

El sistema implementado se basa en lenguaje Java y framework Spring para el desarrollo de los microservicios en el cliente y backend, base de datos MySQL para el almacenamiento de información. Además, se ha utilizado Solidity [1] para el desarrollo de un smart contract [2] e Hyperledger FireFly [3] para el despliegue y acceso a una red blockchain. Con IDE se ha utilizado IntelliJ J [4].

2.1. Descripción del sistema empresarial.

El caso de uso general del sistema, es el registro de peticiones de mantenimiento de equipos, que una empresa del sector aeronáutico realiza a proveedores de servicios de mantenimiento. Esta petición registra el equipo a mantener, su identificación, el trabajo a realizar, cuando se envía, cuando se devuelve, su estado, y la información sobre la facturación del trabajo. Por su parte el proveedor registra el trabajo realizado al equipo y su estado. Toda esta información, refleja el ciclo de vida de la petición de mantenimiento, y que acaba con el equipo en condiciones de ser utilizado.

STATUS COMPONENTES									
Pedido Clien	S/N Nº	Fecha Av	Descripción S/N	Comp. S/N	A	Fecha Inic	Fecha Fin	Fecha OTD6	Estado-Observaciones
120231C00304901_101498508		28/04/2023	2180R02 BOMBA TRANSFERE 475		000			02/05/2023	Pte entrada en almacén
120281C00306801_101498887		02/05/2023	2180R02 BOMBA TRANSFERE 588		000			02/05/2023	Pte entrada en almacén
120281C00305901_101499285		02/05/2023	BOMBA TRANSFER COMBUSTIBLE 827		000			02/05/2023	Pte entrada en almacén
120231C00312901_101499410		02/05/2023	20031 ALTERNADOR 20KVA 5_196689		000			02/05/2023	Pte entrada en almacén
120231C00311901_101499399		02/05/2023	20031 ALTERNADOR 20KVA 5_1124		000			02/05/2023	Pte entrada en almacén
120231C00307901_101499388		02/05/2023	20031 ALTERNADOR 20KVA 5_1180		000			02/05/2023	Pte entrada en almacén

Figura 1: Ejemplo de registro de equipos externalizados (elaboración propia).

Partiendo de una hoja de cálculo, el objetivo final es disponer de un sistema compartido con la empresa proveedora. Debe garantizar la veracidad de la información compartida y el acceso al estado de mantenimiento de un equipo, mientras el proveedor realiza la tarea de mantenimiento encomendada.

Para garantizar la inalterabilidad de la información, se almacenará la información compartida en una red blockchain de la que ambas empresas son miembros. Este trabajo plantea de alguna forma, la necesidad de que la tecnología utilizada en el registro de la información, forme también parte de la calidad del producto.

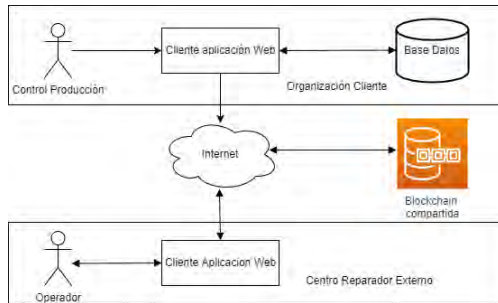


Figura 2: Esquema general del caso uso desarrollado, (elaboración propia).

2.2. Backend-API sistema organización cliente.

Se ha utilizado Spring Boot para el desarrollo de una API Rest que proporciona acceso a una base de datos MySQL, para el almacenamiento de la información que la organización cliente registra. Esta API será utilizada por un cliente web con la que el usuario interactuará con el sistema.

El sistema se ha construido siguiendo la arquitectura modelo-vista-controlador.

Se ha utilizado Workbench sobre MySQL para ejecutar dos scripts sql que construyan la base de datos e introduzcan datos necesarios. El modelo E-R que se ha elaborado, relaciona las peticiones de mantenimiento con los equipos.

Se han configurado cuatro paquetes para implementar las capas del modelo MVC.

- Modelo. Conceptualiza en dos clases una petición de mantenimiento, o bien un equipo. Mapea en objetos java los datos almacenados en la base de datos y sus relaciones, definiendo las operaciones que se pueden realizar con ellos.
- DAO. En este paquete se sitúan las clases necesarias el acceso a la base de datos. Se utiliza el patrón DAO (Data Access Object) para encapsular el

acceso a los datos y separarlo de la lógica de negocio. Las clases `_JPA` son interfaces que heredan de `JpaRepository`, definen las operaciones estándar a realizar sobre los datos de tipo `Equipo` o `Peticion`.

- **Service.** Implementa la lógica del negocio utilizando las clases de las capas anteriores. Para poder consumir la API Rest de la red blockchain, se añaden clases `IBlockchainService` y `BlockchainServiceImpl`.
- **Controlador.** Las clases `PeticionController`, `EquiposController` y `BlockchainController` definen y exponen como recursos REST, las rutas necesarias para realizar las operaciones declaradas en las clases de la capa del Servicio.

2.3. Cliente web.

Para implementarlo, se ha desarrollado la interfaz de usuario, que dispone de una página principal, una página para crear peticiones de mantenimiento nuevas, una página para buscar peticiones ya iniciadas y una página para consultar el estado de un equipo enviado a mantener al centro reparador. Completa el cliente una página para listar los equipos del inventario y otra para editar su información o visualizarla.

También se ha utilizado la herramienta `initializr.io` para seleccionar los módulos a utilizar y generar el código que sirva de base para el desarrollo del cliente.

El cliente web dispone de una serie de capas de forma similar a los servicios expuestos por el backend para poner utilizarlos.

- **Bean RestTemplate.** Para que la comunicación entre los microservicios de backend y frontend sea posible se añade un bean de `RestTemplate` `OrgclientefrontendApplication`.
- **Clases del controlador.** Utilizan los métodos REST del microservicio backend. `BlockchainController` utiliza el API que `FireFly` expone para acceder a la red blockchain.
- **Clases del servicio.** Declaran las operaciones utilizadas por las clases del controlador, tienen implementados los métodos que declaran en las clases `_Impl`.
- **Clases Lógica de Presentación.** Para la capa de presentación se ha utilizado el motor de plantillas HTML `Thymeleaf`. La paginación se ha implementado con dos páginas agrupadas en el paquete `paginator`.

2.4. Blockchain y trazabilidad.

Blockchain es un conjunto de tecnologías que permiten la transferencia de un activo sin intervención de terceros. Utiliza un registro de las transacciones y seguimiento de activos ocurridos en una red [5].

Los activos pueden ser cualquier activo que interese sea rastreado. El objetivo es reducir el riesgo de las transacciones y reducir los costes.

El registro de transacciones contiene la información de todas las transacciones realizadas y está replicado en todos los nodos que forman parte de la red blockchain. La autenticidad la verifica la red de nodos, y la transferencia de valor se realiza a través de un consenso [6]. La información que contiene el registro es inalterable y solo los miembros autorizados de la red tienen acceso a ella.

La red puede hacer el seguimiento de cualquier activo, y dado que los usuarios comparten una fuente de datos única, pueden también ver los detalles de cualquier transacción, lo que produce confianza en las partes involucradas.

Cada transacción que se produce en la red se registra como un bloque de datos. Estas transacciones representan el traspaso de un activo, un movimiento y pueden almacenar cualquier tipo de información [7]. La forma de registrar cada bloque y el siguiente es a través de su hash.

Este hash es una función criptográfica, a cuya entrada (la información del bloque, texto, al fin y al cabo,) se le aplican una serie de operaciones obteniendo una salida, que también es texto. Esta operación además es irreversible, es decir, no se puede obtener el contenido del bloque a partir del hash obtenido por lo que se protege la privacidad de la información.

Los nodos de la blockchain forman un tipo de red descentralizada, es decir, es una red sin jerarquía. Cada nodo podría tomar decisiones individuales por lo que se establece una forma de política de consenso. La política de consenso es la forma que tienen los nodos de la red para decidir el próximo estado de la blockchain, es decir, cual es el siguiente bloque a añadir a la blockchain.

- Proof of Authority (PoA).

Esta política de consenso se utiliza en redes privadas, en la todos los nodos pertenecen a organizaciones conocidas. Como la red no puede tener participantes anónimos, no se realiza proceso de minado ni existe una moneda de recompensa.

2.5. Gestión de la información con smart contract.

Nick Szabo [5] desarrolló el concepto en década de los 90, como un programa que tiene como objetivo ejecutar o documentar automáticamente acciones legalmente relevantes en función de los términos de un contrato. Se introdujeron en la red Ethereum para añadir la lógica de negocio en las transacciones.

En este proyecto el smart contract desarrollado para gestionar la información de un equipo almacenado en la red blockchain, tiene cuatro funciones: consultar, actualizar, borrar o añadir un nuevo equipo a la red. Esencialmente se comporta como un API de acceso a la red blockchain, que a su vez actúa como base de datos compartida entre los miembros de la red.

2.6. Acceso a la red blockchain a través del API.

Para que el usuario interactúe con la red el cliente web debe contener las capas definidas en la figura siguiente. Sigue el mismo esquema del cliente web del sistema empresarial con las clases Blockchain añadidas para gestionar la interacción con la red.

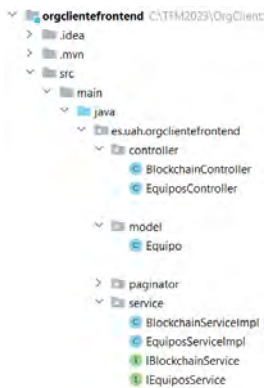


Figura 3: Capas cliente web Blockchain , (elaboración propia).

2.7. Integración Empresa-Blockchain con Hyperledger FireFly.

Para integrar el sistema de la empresa con la red blockchain, se utiliza Hyperledger FireFly.

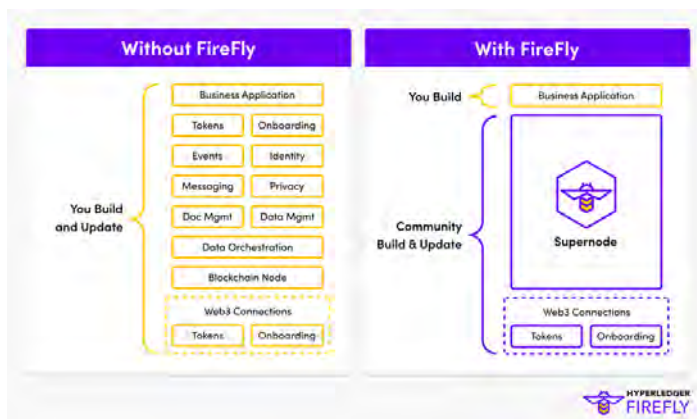


Figura 4: Funciones Supernodo FireFly [9].

Los pasos para la implementación del presente proyecto son:

1. Definir los activos a almacenar en la blockchain y un modelo de datos,
2. Describir los procesos y los eventos para orquestarlos.
3. Crear API que permite utilizar la red blockchain.
4. Desplegarlo todos los componentes.

En la figura 4 se puede observar las funciones que FireFly implementa. Así se concentran los esfuerzos en la lógica del negocio en desarrollo, y se utiliza Firefly para interactuar con el resto de miembros de la red.

Únicamente es necesario escribir un smart contract, que define las funciones de la red blockchain, y FireFly generará automáticamente una API para que sea consumida por las aplicaciones web.

3. Resultados.

Afrontar el reto de interconectar sistemas empresariales ya existentes con una red blockchain privada de varios miembros que cooperan ha sido muy positivo.

Hyperledger FireFly, no sólo proporciona acceso a la red, además ofrece un entorno local de desarrollo, que después puede desplegarse en la nube de forma sencilla, segura y efectiva.

El uso de Spring Boot e Hyperledger FireFly acelera el ciclo de vida de desarrollo del software, permitiendo desplegar en poco tiempo aplicaciones a producción.

Este sistema tiene la desventaja de no tener el control de la red donde se está ejecutando la aplicación. Para los casos donde esto es necesario existen otras opciones, como, por ejemplo, desplegar la aplicación en una red blockchain utilizando Hyperledger Fabric ejecutándose en Amazon Web Services.

El registro inalterable de información es especialmente importante en sectores como el aeronáutico, el financiero o el de la salud, en el que la aparición de un cisne negro (un suceso catastrófico muy poco probable) no se puede aceptar. Hay que emplear toda la tecnología a nuestro alcance para mitigar, en lo posible, este tipo de riesgos.

4. Conclusiones.

De este trabajo se deriva la posibilidad del uso de redes blockchain, como soporte de registro de información de procesos de producción, basado en la propia tecnología. Aprovechar esta cualidad en la mejora continua de la calidad en general, y en ciertos sectores industriales en particular es, hoy en día, posible.

En la actualidad, las aeronaves disponen de sensores que registran la actividad de sus elementos críticos en tiempo real, con el fin de analizarlos posteriormente durante las inspecciones post o pre vuelo. El uso de esta tecnología dificulta la posible manipulación de los resultados.

Como continuación de este trabajo se debería implementar seguridad entre el nodo FireFly de cada miembro y la red blockchain [10] por un lado, y entre el api rest del backend y el cliente web del frontend por otro. Además se podría implementar una forma de recolectar y visualizar en formato árbol, toda la información sobre el mantenimiento realizado en un momento determinado a todos los componentes de un gran conjunto, un motor por ejemplo.

5. Bibliografía

- [1] Solidity Team, «About Solidity,» 04 09 2023. [En línea]. Available: <https://soliditylang.org/about/>.
- [2] Ethereum Team, «Introducción a los contratos inteligentes,» 31 08 2023. [En línea]. Available: <https://ethereum.org/es/smart-contracts/>.
- [3] «Hyperledger,» 28 09 2021. [En línea]. Available: <https://www.hyperledger.org/blog/2021/09/28/introducing-hyperledger-firefly-a-multi-party-system-for-enterprise-data-flows>.
- [4] JetBrains, «jetbrains.com,» 05 10 2020. [En línea]. Available: <https://www.jetbrains.com/es-es/lp/intellijidea-20-anniversary/>.
- [5] IBM, «ibm.com,» 10 09 2022a. [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/es-es/topics/what-is-blockchain>.
- [6] BBVA, «bbva.com,» 10 09 2022a. [En línea]. Available: <https://www.bbva.com/es/claves-para-entender-la-tecnologia-blockchain/>.
- [7] Pabex, «Blockchain con Hyperledger Fabric: de la teoría a la práctica.,» 23 09 2021. [En línea]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=PN0_F49tHZ4.
- [8] Universidad Francisco Marroquin, «Web UFM,» 03 10 2023. [En línea]. Available: Nick Szabo .
- [9] Hyperledger, «Introduction to Supernodes,» 06 09 2023d. [En línea]. Available: https://hyperledger.github.io/firefly/v1.0.4/overview/firefly_supernode.html.
- [10] Kaleido, «Security Hyperledger FireFly,» 04 10 2023c. [En línea]. Available: https://hyperledger.github.io/firefly/v1.2.0/overview/key_components/security.html.

Evaluación de la Experiencia de Usuario y la Sensación de Presencia de una Aplicación de Realidad Virtual para un Museo Interactivo de Ciencia y Tecnología

Jairo Avelar-Rentería¹, Huizilopoztli Luna-García¹, Wilson J. Sarmiento², Sandra Elizabeth Flores³, José M. Celaya-Padilla¹, Hamurabi Gamboa-Rosales¹

¹Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas, Jardín Juárez 147, Centro, Zacatecas 98000, Zac, México jairo23@outlook.com; hlugar@uaz.edu.mx; jose.celaya@uaz.edu.mx; hamurabigr@uaz.edu.mx

²Grupo de Investigación en Multimedia, Universidad Militar Nueva Granada, CR 11 101-80, Bogotá D.C. Colombia. wilson.sarmiento@unimilitar.edu.co

³Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología de Zacatecas, Zigzag. Consejo Zacatecano de Ciencia, Tecnología e Innovación. Av. de la Juventud 502 México, Zona A, Javier Barros Sierra, 98090 Zacatecas, Zac, México sflores@cozcyt.gob.mx

Resumen. En este artículo se presenta la evaluación de una aplicación de Realidad Virtual (RV) implementada en un museo interactivo de ciencia y tecnología. El estudio se enfoca en la Experiencia del Usuario y la Sensación de Presencia, explorando dos versiones de la aplicación: una que utiliza un asistente virtual simulado con voz generada con inteligencia artificial y otra que se basa en subtítulos para guiar a los usuarios durante su experiencia. Para evaluar la Experiencia de Usuario, se utilizó el cuestionario User Experience Questionnaire en su versión corta, analizando la facilidad de uso, la satisfacción y la eficacia percibida por los participantes. Además, se aplicó el cuestionario Slater-Useh-Steed para medir la Sensación de Presencia, examinando la inmersión y la sensación de estar físicamente presente en el contexto de la aplicación. Los resultados revelaron que la versión de la aplicación con el asistente virtual simulado con voz generada con inteligencia artificial mejoró la experiencia del usuario en el contexto de la aplicación. Sin embargo, se observaron desafíos en el cuestionario de Presencia, sugiriendo que la intervención del asistente virtual simulado podría afectar la sensación de inmersión deseada por los participantes.

Palabras clave: Realidad Virtual, Experiencia de Usuario, Sensación de Presencia, Museo Interactivo.

1. Introducción

El Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología de Zacatecas (Zigzag) es un museo interactivo ubicado en la ciudad de Zacatecas que cuenta con nueve salas interactivas, zona de aventura, talleres de ciencia, observatorio y exposiciones temporales [1]. En el marco de celebración por su décimo octavo aniversario, se llevó a cabo la renovación

de la sala “Bigbang”. La finalidad de esta sala es dar a conocer a los visitantes la investigación científica, los desarrollos tecnológicos y la innovación en los campos vinculados a la astronomía. Por ello, uno de los objetivos primordiales en la renovación de la museografía e interactivos, fue mejorar la interacción con los contenidos presentados. Por este motivo, surgió la necesidad del desarrollo de una Aplicación de Realidad Virtual (ARV) para una experiencia virtual inmersiva titulada “Explorando el Sistema Solar”.

Para el desarrollo e implementación de esta aplicación se estableció como propósito brindar a los visitantes una experiencia inmersiva donde el participante toma el papel de piloto de una nave espacial y con ello realizar un recorrido a libertad en el sistema solar. De esta manera el participante toma el papel de comandante de la nave ZIG-18 así como de una tripulación y juntos recorren el sistema solar aportando conocimiento sustantivo sobre sus componentes y características.

Los elementos que se utilizaron para el desarrollo de esta ARV fueron el Visor de Realidad Virtual Meta Quest 2, en conjunto con el motor de videojuegos Unity aunado con el Sistema de Interacción XR Interaction Toolkit, lo anterior siguiendo la metodología del estándar ISO 9241-210:2019 [2].

En este artículo se presenta la evaluación de la Experiencia de Usuario de la ARV a través del cuestionario User Experience Questionnaire en su versión corta, asimismo, se evaluó la inmersión mediante la Sensación de Presencia con el cuestionario Slater-Usuh-Steed questionnaire.

2. Trabajos Relacionados

Actualmente, existen numerosas exhibiciones utilizando la tecnología de Realidad Virtual (RV) como base de desarrollo, por ejemplo, “Viking VR: Designing a Virtual Reality Experience for a Museum”, es una exposición creada en el Reino Unido de RV a través de la cual los espectadores pueden experimentar las imágenes y sonidos de un campamento vikingo del siglo IX [3]; Botafumeiro Virtual, es una ARV que ofrece una experiencia inmersiva, interactiva y multiusuario-colaborativa en la cual se recrea de forma fidedigna la denominada “liturgia del Botafumeiro”, este proyecto se aborda desde una filosofía total de simulación que intenta trasladar mediante las interfaces apropiadas el “espíritu” de este pintoresco rito [4]; “Museo de vestimentas del s. XVI en RV” en esta aplicación el usuario puede visualizar las ropas de la población que habitaba una ciudad española del siglo XVI, por ejemplo, San Cristóbal de la Laguna; estas vestimentas prestan especial atención al movimiento natural de un ser humano, asimismo, se muestran sus principales características [5].

La información anterior nos permite identificar un panorama general del uso de las ARV en museos. En este artículo se evalúa la Experiencia de Usuario (UX) y la Inmersión a través de la Presencia de una ARV creada para la sala Bigbang del Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología de Zacatecas - Zigzag, titulada “Explorando el Sistema Solar”.

3. Materiales y Métodos

3.1. Descripción de la Aplicación de Realidad Virtual

Para el diseño y desarrollo de la ARV se utilizó el estándar ISO 9241-210: 2019[2]. A continuación, se describen brevemente las fases del estándar:

Especificar el Contexto de Uso: Se analizan las características de los usuarios, es decir, se identifica a las personas que usarán el producto, para qué lo usarán y las condiciones en las que lo usarán. Por tanto, además del usuario se tiene en cuenta la tarea y el entorno. Las técnicas que se utilizaron en esta fase fueron la entrevista realizada a directivos y guías de la sala, asimismo, la observación no participante (se realizaron varias visitas a la sala Bigbang del Zigzag).

Especificar Requisitos: El objetivo de esta fase es alcanzar soluciones deseables, factibles y viables. En esta etapa se utilizó la técnica de Brainstorming con los directivos del Zigzag y guías encargados del recorrido de la sala; se realizó un análisis de los documentos y procesos específicos del recorrido de la sala, asimismo, se identificaron las necesidades técnicas de Hardware y Software para definir el conjunto de requisitos para el desarrollo de la ARV, ver Fig. 1.



Fig. 1. Reunión con directivos del Zigzag.

Como resultado se identificó que el proceso sigue un flujo secuencial de clusters enumerados, en donde cada uno trata un tema específico, la ARV se enfoca en el clúster 4 “Estrellas y el Sistema Solar”. El diseño secuencial y el espacio físico se muestran en la Fig. 2.

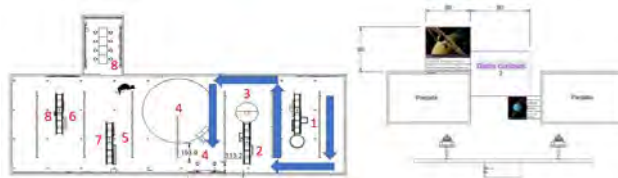


Fig. 2. Diseño secuencial de la sala Bigbang (izquierda). Espacio físico de la ARV (derecha).

También, se especificó que la ARV debería ser desarrollada para el Visor de Realidad Virtual Meta Quest 2 ya que este era el más utilizado en el mercado.

Por último, se precisó que la ARV debería de requerir un mínimo de capacitación para su uso por parte de los visitantes y mediadores.

Producir Soluciones de Diseño: Esta fase del proceso se diseñan las posibles soluciones al problema o necesidad identificada, y van desde un concepto aproximado hasta el diseño completo de la aplicación. Tomando de base los requerimientos identificados en la fase anterior, se probaron y perfeccionaron soluciones a través del diseño de prototipos. Inicialmente se creó un diseño instruccional de la aplicación, que consiste en conocer los principales componentes y características del Sistema Solar (distancia al sol, diámetro y principales elementos), después se estableció el diseño interactivo, en donde se creó un diagrama de interacción y un wireframe en donde es posible observar la interacción de la ARV con los visitantes, finalmente, se desarrolló el diseño narrativo, donde se generó un guión narrativo que muestra el contexto general de cada escena de la aplicación y los diálogos de los personajes.

Para el motor de videojuegos, que es un conjunto de herramientas de Software o API creadas para optimizar el desarrollo de un videojuego [6]. Se eligió Unity en su versión 2021.3.11 LTS [7].

Para el kit de interacción se optó por el XR Interaction Toolkit, este es un sistema de interacción de alto nivel basado en componentes para crear experiencias de Realidad Virtual y Realidad Aumentada [8].

Los dispositivos que se utilizaron para el funcionamiento de la ARV fueron los Lentes de Realidad Virtual Meta Quest 2, el strap boboVR plus, televisores de 65 pulgadas, Google Chromecast 4, protecciones para el Visor de Realidad Virtual y controladores, bases para los lentes de RV y un router Huawei AX3.

La ARV se generó en dos versiones la primera con “voz en off” que simula un asistente virtual con una voz creada por inteligencia artificial que guía durante la experiencia y la segunda en donde se muestra información a través de texto en el panorámico de la nave espacial en formato de subtítulos.

3.2. Población

La prueba fue aplicada a 30 participantes, de los cuales, ninguno había sido diagnosticado con epilepsia o había sufrido convulsiones. El 53.33% fueron del sexo femenino, con una edad entre los 10 y 15 años, el 86.66% en educación básica y el restante en secundaria, 26 participantes distros y 4 zurdos, 28 sin problemas en la visión, uno con miopía y otro con miopía y estrabismo, 20 de ellos nunca habían visto una película 3D y de los que ya habían visto alguna película ninguno presentó mareos, el 36.66% mencionó que juega diariamente videojuegos, el 33.33% una vez a la semana, el 10% una vez al mes y el 20% nunca, finalmente, 27 participantes nunca habían visitado un museo interactivo.

El lugar donde se aplicaron las pruebas fue en la escuela Francisco Murguía en Niños Héroes Sur 527, Zona Centro, 99600 Jalpa, Zac.

Nota: Para que los participantes pudieran participar en las pruebas de la ARV uno de los padres o tutor debió firmar un consentimiento informado, en este se informan las generalidades del experimento como objetivo, riesgos, uso de información, entre otros.

3.3. Procedimiento

El procedimiento para llevar a cabo el experimento inició con verificar la firma del padre o tutor en el consentimiento informado. Después se ayudó al participante a llenar

el formulario de caracterización, configuración de la ARV para la versión de la experiencia correspondiente (voz en off o subtítulos). La mitad de los participantes realizaron la prueba con la condición de voz en off y la otra mitad con subtítulos. Posteriormente se dio la indicación a cada participante para avanzar en la experiencia (esta inicia al presionar el botón trigger del controlador de su mano dominante). El participante inicia la experiencia en los alrededores del Sistema Solar (ver Fig. 3), donde visitan el Sol, dos planetas rocosos (Mercurio y Venus), dos planetas gaseosos (Júpiter y Saturno), una pequeña presentación de los planetas enanos y finaliza la experiencia.



Fig. 3. Evaluación de la ARV.

3.4. Métricas

Para esta ARV se buscaba evaluar Experiencia de Usuario e Inmersión a través de la Sensación de Presencia, para evaluar el primer aspecto se utilizó el User Experience Questionnaire que es un cuestionario rápido y fiable para medir la Experiencia de Usuario de productos interactivos, este cuestionario es fácil de utilizar gracias al abundante material complementario para su uso [9], en este caso se implementó la versión corta, la Tabla 1 muestra las preguntas del cuestionario.

Tabla 1. Preguntas del User Experience Questionnaire.

Identificador	Pregunta
UEQ1	De 1 a 7. 1 Obstruccion o 7 impulsor de apoyo.
UEQ2	De 1 a 7. 1 Complicado o 7 Fácil.
UEQ3	De 1 a 7. 1 Ineficiente o 7 Eficiente.
UEQ4	De 1 a 7. 1 Confuso o 7 Claro.
UEQ5	De 1 a 7. 1 Aburrido o 7 Emocionante.
UEQ6	De 1 a 7. 1 Triste o 7 Feliz.
UEQ7	De 1 a 7. 1 No interesante o Interesante.
UEQ8	De 1 a 7. 1 Convencional o 7 Original
UEQ9	De 1 a 7. 1 Convencional o 7 Novedoso

En este cuestionario se utiliza una escala de siete estados, para reducir el conocido sesgo de tendencia central, La escala de las preguntas va de -3 a +3. Así, -3 representa la respuesta más negativa, 0 una respuesta neutra y +3 la respuesta más positiva [9].

Para medir la Sensación de Presencia de la ARV se usó el Slater-Usoh-Steed questionnaire, este es un cuestionario post-inmersión y se ha desarrollado a lo largo de varios años en una serie de experimentos en el University College de Londres. Las

preguntas se basan en variaciones sobre uno de estos tres temas: sensación de estar en la realidad virtual, grado en que la realidad virtual se convierte en la realidad dominante y hasta qué punto se recuerda la experiencia virtual como un lugar. Los participantes valoran cada una de las seis preguntas en una escala de 1 a 7 [10], las preguntas utilizadas se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 2. Preguntas Slater-Usuh-Steed questionnaire.

ID	Pregunta
SUS1	De 1 a 7. ¿Cómo fue la sensación de estar en el interior de una nave viajando por el espacio? donde 1 es en ningún momento me sentí dentro de una nave viajando por el espacio y 7 es en todo momento me sentí dentro de una nave viajando por el espacio.
SUS2	De 1 a 7. ¿Qué tan real se percibió la nave espacial durante la experiencia?, donde 1 en ningún momento percibí que la nave era real y 7 en todo momento percibí que la nave era real.
SUS3	De 1 a 7. ¿Cuándo piensas en la experiencia que acabas de tener, cómo la recuerdas, cómo si vieras una película de una persona viajando en una nave espacial o cómo si tu estuvieras viajando en la nave espacial?, donde 1 es recuerdo que casi todo momento me sentí que estaba viendo una película y 7 es recuerdo que casi todo momento me sentí viajando en la nave espacial.
SUS4	De 1 a 7. ¿Qué sensación fue más fuerte durante la experiencia, estar sentado junto al guía del museo o estar sentado en una nave espacial?, donde 1 es que casi en todo momento sentí que estaba sentado al lado del guía y 7 es que casi en todo momento sentí que estaba sentado en una nave espacial.
SUS5	De 1 a 7. Piensa en cómo llegaste al museo ¿llegaste en bus o en carro? Listo. Piensa en ese recuerdo, en ese viaje. Ahora recuerda la experiencia que acabas de tener, y compara los dos recuerdos ¿En qué forma el recuerdo de la experiencia se siente similar al recuerdo del viaje de llegar al museo?, donde 1 es el recuerdo se siente muy diferente al recuerdo del viaje para llegar al museo y 7 es el recuerdo se siente muy similar al recuerdo del viaje para llegar al museo.
SUS6	De 1 a 7. Durante la experiencia, ¿Pensaste que a menudo estabas en una nave espacial? donde 1 en ningún momento pensé que estaba en una nave espacial y 7 en todo momento pensé que estaba en una nave espacial.

4. Resultados

Los resultados del cuestionario User Experience Questionnaire para Experiencia de Usuario tanto para la versión de la ARV con voz en off y subtítulos se muestran en las gráficas radiales de la Fig. 4.

En la gráfica se puede observar que los promedios en las dos versiones de la ARV son similares en las preguntas UEQ1, UEQ2, UEQ5, UEQ6, UEQ7 y UEQ8, siendo un poco mejor la Experiencia de Usuario con la versión de voz en off, una de las cuestiones más importantes a resaltar es la pregunta UEQ4 que muestra una diferencia de 0,8 entre las dos experiencias, siendo mucho más clara la de voz en off, esto respaldado por la pregunta UEQ3 que muestra una diferencia de 0,33 haciendo la experiencia un poco menos eficiente en la versión con subtítulos, además de las anotaciones de la bitácora en donde se muestra que los participantes requerían más intervención cuando estaban

en esta versión, otra diferencia resaltable es la de UEQ9 que tiene una diferencia de 0,7, siendo con diferencia más novedosa la experiencia que simulaba un asistente virtual.

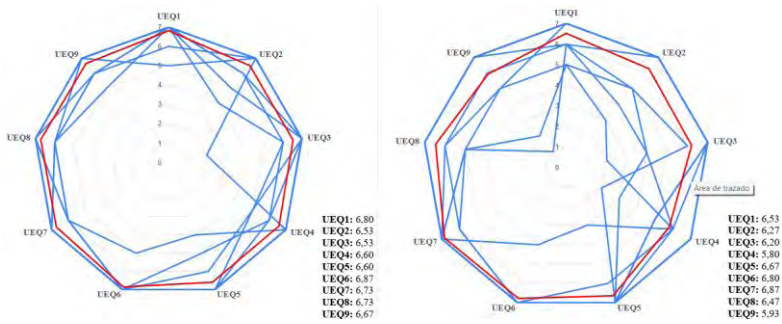


Fig. 4. Gráficas cuestionario de UX. A la izquierda la versión con voz en off, a la derecha con subtítulos. Las respuestas de cada usuario se muestran en azul, el promedio en rojo. El valor del promedio en la parte inferior derecha de cada gráfica.

Para medir la Inmersión por medio de Presencia, se utilizó el cuestionario Slater-Usoh-Steed questionnaire, tanto para la versión de la ARV con voz en off y subtítulos, ver Fig. 5.

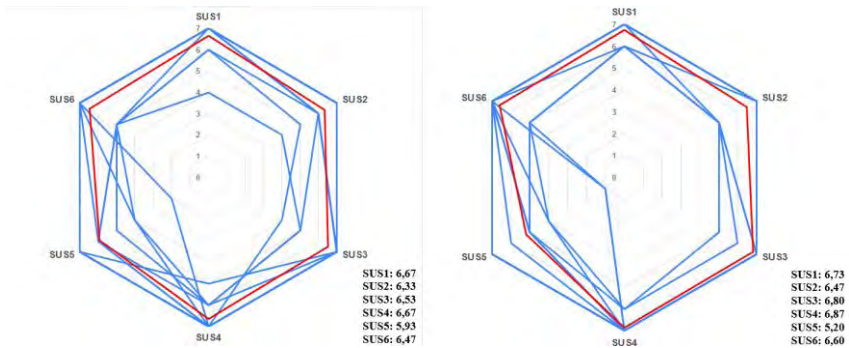


Fig. 5. Gráficas cuestionario de Presencia. A la izquierda la versión con voz en off, a la derecha con subtítulos. Las respuestas de cada usuario en azul, el promedio en rojo. El valor del promedio en la parte inferior derecha de cada gráfica.

En las gráficas se observa que la sensación de presencia en ambas versiones de la ARV es similar, ya que los promedios no se separan más allá de 0,3 décimas en las preguntas SUS1, SUS2, SUS3, SUS4 y SUS6, aunque muestra mejores resultados la versión con subtítulos, esto pudiendo ser porque al utilizar una voz generada con inteligencia artificial esta pierde coherencia con la narrativa y baja la sensación de Presencia. Otra cuestión importante para resaltar es que hay una notable diferencia de 0,73 décimas en la pregunta SUS5, esto debido a que cuando el participante recuerda la experiencia, la versión con voz en off parece más un recuerdo real, una razón para esto es que en la vida real no se utilizan subtítulos.

5. Conclusiones y Trabajo a Futuro

Después de analizar los resultados obtenidos de las pruebas realizadas, se tiene como conclusión que la ARV en su versión con voz en off, muestra una mejor experiencia de usuario que la versión con subtítulos, esto puede ser a que actualmente la mayoría de las personas está acostumbrada a interactuar con videos, y/o asistentes virtuales en el hogar. Para la evaluación de Sensación de Presencia se visualizan resultados diferentes ya que se muestra una ligera mejora al utilizar la versión con subtítulos, la razón puede ser que la voz generada por inteligencia artificial no logró adentrar en su totalidad al participante en la ARV. Como trabajo a futuro queda utilizar voces con más sentido narrativo o voces de personas reales y mezclar las dos versiones de la ARV (voz en off y con subtítulos), para así realizar pruebas y observar si la Experiencia de Usuario y Sensación de Presencia mejora.

6. Referencias

- [1] Consejo Zacatecano de Ciencia y Tecnología, “Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología de Zacatecas Zigzag,” zigzag.gob.mx. Accessed: Jul. 02, 2023. [Online]. Available: <https://zigzag.gob.mx/>
- [2] ISO, “ISO 9241-210:2019,” iso.org. Accessed: Oct. 02, 2023. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/77520.html>
- [3] G. Schofield *et al.*, “Viking VR: Designing a Virtual Reality Experience for a Museum,” in *Proceedings of the 2018 Designing Interactive Systems Conference*, in DIS '18., New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2018, pp. 805–815. doi: 10.1145/3196709.3196714.
- [4] A. O. Franco and J. F. González, “Realidad virtual: Un medio de comunicación de contenidos. Aplicación como herramienta educativa y factores de diseño e implantación en museos y espacios públicos,” *Revista ICONO 14. Revista científica de Comunicación y Tecnologías emergentes*, vol. 9, no. 2, pp. 185–211, Jul. 2011, doi: 10.7195/ri14.v9i2.28.
- [5] C. Rodríguez Navarro, “Museo de vestimentas del s. XVI en realidad virtual,” riull.ull.es. Accessed: Sep. 08, 2023. [Online]. Available: <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/25412>
- [6] Universidad Europea, “¿Qué es un motor de juegos?,” universidadeuropea.com. Accessed: Sep. 20, 2023. [Online]. Available: <https://universidadeuropea.com/blog/motor-juegos/>
- [7] Bravent, “¿Qué es Unity3D y por qué utilizarlo? analizamos sus ventajas,” bravent.net. Accessed: Sep. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.bravent.net/que-es-unity3d-y-por-que-utilizarlo-analizamos-sus-ventajas/>
- [8] E. Provencher and D. Ruddell, “XR Interaction Toolkit 2.3,” unity.com. Accessed: Sep. 07, 2023. [Online]. Available: <https://blog.unity.com/engine-platform/whats-new-in-xr-interaction-toolkit-2-3>
- [9] A. Hinderks, M. Schrepp, and J. Thomaschewski, “User Experience Questionnaire (UEQ),” ueq-online.org. Accessed: Sep. 27, 2023. [Online]. Available: <https://www.ueq-online.org/>
- [10] B. E. Insko, “Measuring presence: Subjective, behavioral and physiological methods,” apa.org. Accessed: Sep. 01, 2023. [Online]. Available: <https://psycnet.apa.org/record/2003-07184-006>

Desarrollo de un sistema de reconocimiento del estado de madurez del jitomate (*Solanum lycopersicum*)

Salvador Vázquez Martínez¹, Adrián Hernández Tejeda¹, José Eduardo Revilla Galindo¹

¹ Departamento de Ciencias Básicas. Tecnológico Nacional de México, Campus

Tecomatlán (México)

salvador.vm@tecomatlan.tecnm.mx; adrian.ht@tecomatlan.tecnm.mx;
eduardo.rg@tecomatlan.tecnm.mx

Resumen. En la actualidad, el procesamiento de imágenes es empleado en la automatización de procesos en diversos campos de la industria, teniendo un crecimiento elevado, desde la detección de rostros con el fin de realizar el reconocimiento facial de una persona, hasta la detección de colores para la posible clasificación de un objeto. Hoy en día, debido a la evolución y al bajo costo en equipo de hardware y el uso de software libre, se pueden desarrollar herramientas de bajo costo para aplicaciones de mediana complejidad en el procesamiento de imágenes. En este trabajo se presenta el desarrollo de un sistema de reconocimiento de imágenes con el objetivo de identificar el grado de madurez del jitomate con base a su color y así determinar la etapa de maduración ya sea verde, semi maduro o maduro. Se utilizó para el sistema desarrollado una tarjeta Raspberry Pi 3, librería OpenCV en el lenguaje de programación Python así como técnicas de procesamiento de imágenes para corregir y minimizar el ruido obtenido por la cámara. Como resultado se obtuvo un sistema capaz de reconocer el estado de maduración del jitomate con una confiabilidad del 96% directamente en campo de cultivo.

Palabras clave: procesamiento de imágenes, jitomate, OpenCV, Python, estado de maduración.

1. Introducción

La visión computacional busca crear sistemas que sean capaces de reconocer un objeto determinado en una imagen. Para los humanos esta tarea es natural y es realizada constantemente sin preocuparse por el cómo; pero cuando trasladamos esta tarea a una máquina, nos encontramos con varias dificultades que resolver [1].

El jitomate, es el nombre común que se le a una planta herbácea de forma generalmente redondeada y achatada, el tamaño es variable, pero tiende a ser un fruto grande, la sección transversal muestra la epidermis delgada y resistente, color rojo al madurar, al igual que la pulpa, un tanto gelatinosa, que se halla dividida en lóculos que

alojan a las semillas. El color del jitomate, verde al principio y rojo cuando madura, se debe a una sustitución de clorofila en los cromoplastos de las células por carotenos [2].

La madurez fisiológica se reconoce porque la parte inferior del fruto comienza a mostrar una coloración anaranjada, mientras que el resto del fruto permanece verde, la clasificación del jitomate se basa en su color de acuerdo a las siguientes etapas [3].

- Estado 1 – Verde maduro: la superficie total del fruto es verde, variando el tono de verde según el cultivar.
- Estado 2 – Rompiendo: aparición de otro color, además del verde de fondo en no más del 10% de la superficie del fruto.
- Estado 3 – Pintón: entre un 10 a un 30% de la superficie del fruto, presenta color amarillo pálido, rosado, rojo o una combinación de ambos.
- Estado 4 – Rosado: entre un 30% de la superficie del fruto, presenta color amarillo pálido, rosado, rojo o una combinación de ambos.
- Estado 5 – Rojo claro: Entre un 60 hasta 90% de la superficie de color rojo.
- Estado 6 – Rojo: más del 90% de color rojo.

Para el jitomate, la importancia del color se debe, entre otros, al uso del color como índice de valor económico, pues es un factor determinante en cuanto a la aceptabilidad por parte del consumidor. El jitomate es uno de los cultivos más importantes de México y del mundo, por su importancia económica, sin embargo, se ha presentado problemas que afectan a la producción y la calidad de esta, debido a que existen nuevos desafíos de los cuales incluyen la detección del estado de maduración, clasificación del estado de madurez, el tiempo de cosecha y el control de calidad [4].

En [5] se desarrolló un sistema de visión para determinar el grado de madurez del jitomate sin embargo es para funcionar en PC y en ambiente controlado.

En [6] se desarrolló un sistema para la determinación de madurez del jitomate mediante el uso de un sistema de visión artificial controlado sin embargo también es para funcionar en PC y en ambiente controlado.

El propósito del sistema desarrollado fue resolver el problema de detección del estado de maduración del jitomate en campo, de manera precisa, eficiente y a un bajo costo, utilizando técnicas de visión artificial, cámara y equipo de procesamiento de una sola tarjeta para que sea práctico su uso en campo de cultivo.

2. Metodología

El objetivo de este trabajo fue desarrollar un sistema de detección del estado de maduración del jitomate de acuerdo con su color para que corresponda con algunas de las etapas indicadas por FAO. El sistema propuesto consta de una placa reducida Raspberry Pi 3 el cual permite implementar el procesamiento de imágenes y una cámara Raspberry Pi que permite la captura del entorno en tiempo real. Este trabajo se enfocó en estudiar el método de procesamiento de imágenes y el algoritmo de Viola-Jones [7] que permite detectar objetos y colores dentro de una imagen, el cual puede ser entrenado para realizar el reconocimiento del jitomate dentro de la imagen junto a su color de maduración.

Para el desarrollo del sistema se siguió el método incremental, en el primer incremento se implementó la funcionalidad relacionada con la detección del fruto, en el segundo incremento se implementó la funcionalidad relacionada con el entrenamiento, y en el tercer incremento se implementó el reconocimiento del estado de madurez del fruto.

2.1 Detección del fruto

Para el desarrollo de esta funcionalidad se utilizó el módulo de “Object Detection” del Core de la librería OpenCV. Este detector de objetos utiliza los conceptos propuestos por [7]. La librería OpenCV (Open Source Computer Vision) es una biblioteca de visión artificial iniciada por Intel en 1999. Esta biblioteca multiplataforma se centra en el procesamiento de imágenes en tiempo real e incluye implementaciones libres de patentes de los últimos algoritmos de visión por computadora.

2.2 Entrenamiento del modelo

Para poder realizar la adquisición de imágenes del jitomate se implementó un algoritmo de OpenCV que permite capturar imágenes positivas y negativas. El algoritmo inicia con la creación de dos variables “p” y “n” así como la creación de dos carpetas para las respectivas variables. Posteriormente se manda a llamar a la cámara para poder realizar capturas en tiempo real, determinando las especificaciones de dimensiones que tendrán las capturas. A continuación, se creó un ciclo repetitivo dentro del cual se agregó un frame que contiene una variable la cual detecta si la cámara está funcionando adecuadamente para capturar dentro de un rectángulo las imágenes en tiempo real.

Posteriormente se realizó el entrenamiento para el reconocimiento del jitomate en las diferentes etapas de maduración. En la Figura 1 se muestra el entrenamiento que se realizó obteniendo las imágenes positivas y negativas de las imágenes capturadas en tiempo real, utilizando el programa Cascade Trainer GUI se introducen las carpetas “n” y “p”.

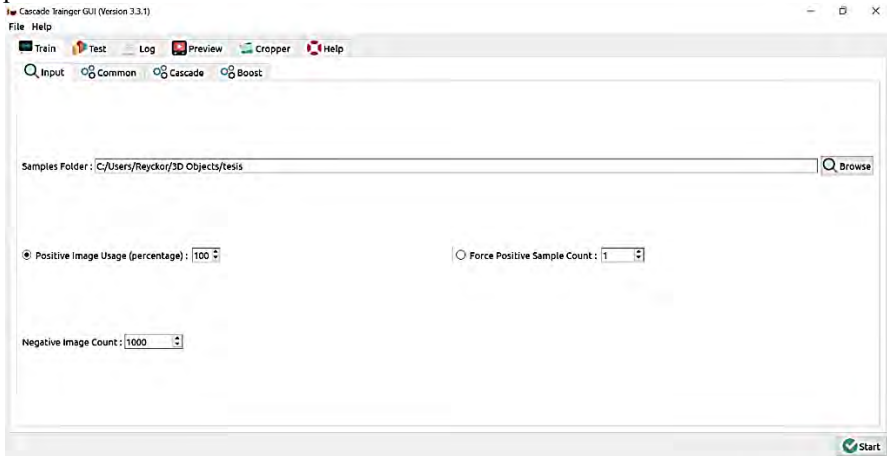


Fig. 1. Entrenamiento de imágenes positivas y negativas

En la Figura 2 se muestra el proceso que se lleva a cabo en el programa para determinar la característica a clasificar para así poder tener los resultados requeridos.

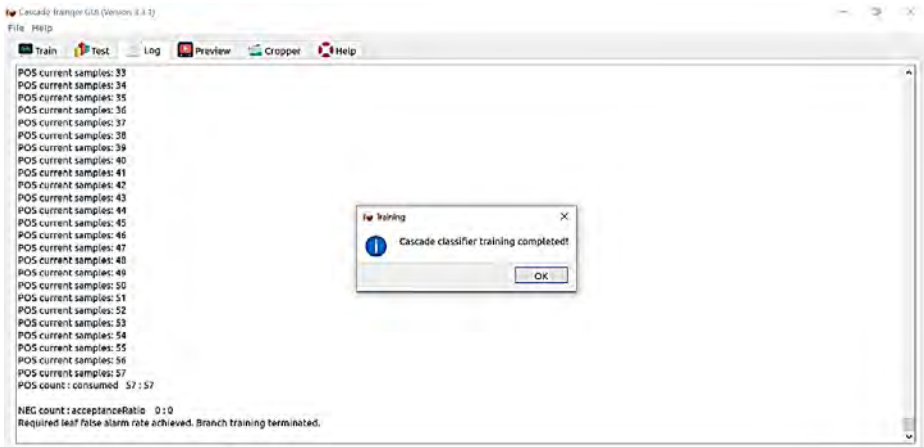


Fig. 2. Proceso de entrenamiento para clasificación de imágenes.

Una vez terminado el proceso de entrenamiento, el programa Cascade Trainer GUI arrojará un documento tipo XML, el cual servirá para poder realizar la clasificación de estado de madurez del jitomate.

2.3 Reconocimiento de estado de madurez del jitomate

En primer lugar, se estableció la variable que adquirirá el modelo pre entrenado en formato XML.

Se creó a continuación una función para establecer contornos en la cual se tiene una variable con las siguientes especificaciones:

- a) Se obtiene la máscara: jitomate encontrado (mask).
- b) Se capturan los contornos mayores de la jerarquía: una nueva matriz de coordenadas del jitomate (cv2.RETR_EXTERNAL).
- c) Se obtiene el contorno del objeto: se contornea todo el jitomate encontrado en un rectángulo (cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE).

Posteriormente se creó un ciclo que obtiene el tamaño del objeto, en la cual se tienen los siguientes parámetros: el área del objeto no debe de pasar los 2000 pixeles, convertir el objeto en un momento para trabajar como si fueran figuras, se obtiene el centroide del jitomate detectado, y se contornea todo el borde del jitomate (con un cambio de color) y se pinta el contorno del jitomate.

A continuación, se seleccionó la cámara que se ocupó para trabajar y posteriormente se crearon los rangos de colores que detectará la cámara los cuales son los siguientes: se crean dos rangos de color rojo basados en el modelo HSV y se crea un rango de color amarillo basado en el modelo HSV.

Posteriormente se creó un método que empieza la captura del video en el cual se crea un frame que contendrá el video en tiempo real.

Con las condicionales se establece la creación de una máscara frame en escala de grises. Mediante el método `mediaBlur` se estableció el procesamiento de imágenes para poder eliminar el ruido capturado por la cámara. También mediante el método `threshold`

se aplicó la umbralización para poder separar las imágenes mediante un punto de interés.

Todos los jitomates detectados se almacenan en el arreglo jitomates aplicando todos los algoritmos y filtros aplicados al frame de la cámara.

Con el respectivo arreglo se recorren todos los jitomates detectados, para después poder crear un frame por cada jitomate detectado, en el cual también se realiza el contorno del fruto.

Posteriormente a cada frame del jitomate encontrado se aplica el filtrado de color en un modelo HSV para después crear dos filtros, uno de color rojo y otro amarillo para el detector.

Finalmente se prueba que el frame cumpla con sus respectivas funciones, si el jitomate es amarillo se encierra dentro del respectivo cuadrado indicando con un texto el estado de madurez, de lo contrario se prueba otra función el cual indica que cuando el jitomate sea rojo se encierre en un cuadrado con el texto indicando el estado de maduración. También se realiza la captura con filtro de color detectado.

Con la respectiva condicional se puede terminar todo el proceso solo oprimiendo una tecla para salir del sistema.

3. Resultados

Como resultado se logró desarrollar un sistema que se ejecuta en una computadora Raspberry Pi equipada con una cámara de video, el sistema es capaz de reconocer el estado de madurez del jitomate en tres categorías: verde, semi maduro y maduro, pudiendo ser utilizado en ambientes controlados alcanzando un porcentaje de acierto del 99% o directamente en campo alcanzando un porcentaje de acierto del 96%, como muestran las figuras 3, 4, 5 y 6.

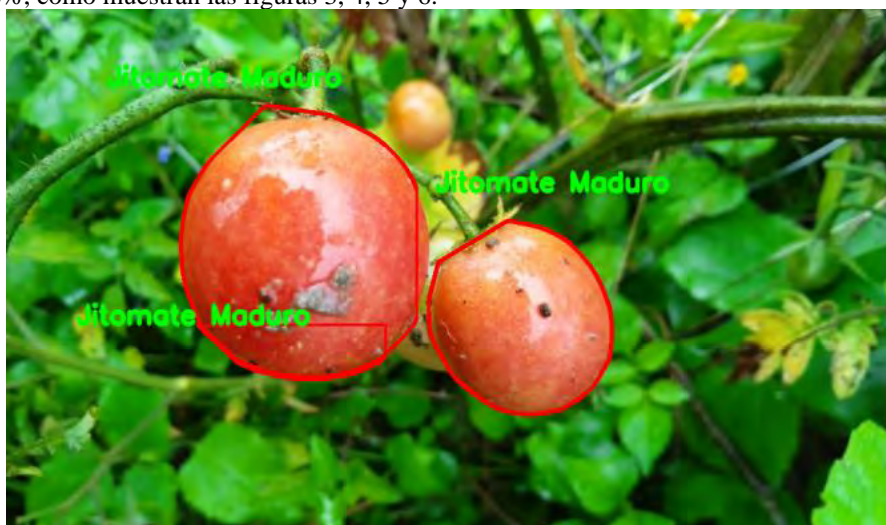


Fig. 3. Prueba realizada en cultivo directamente en campo: jitomate maduro



Fig. 4. Prueba realizada en cultivo directamente en campo: jitomate semi-maduro



Fig. 5. Prueba realizada en cultivo directamente en campo: jitomate verde

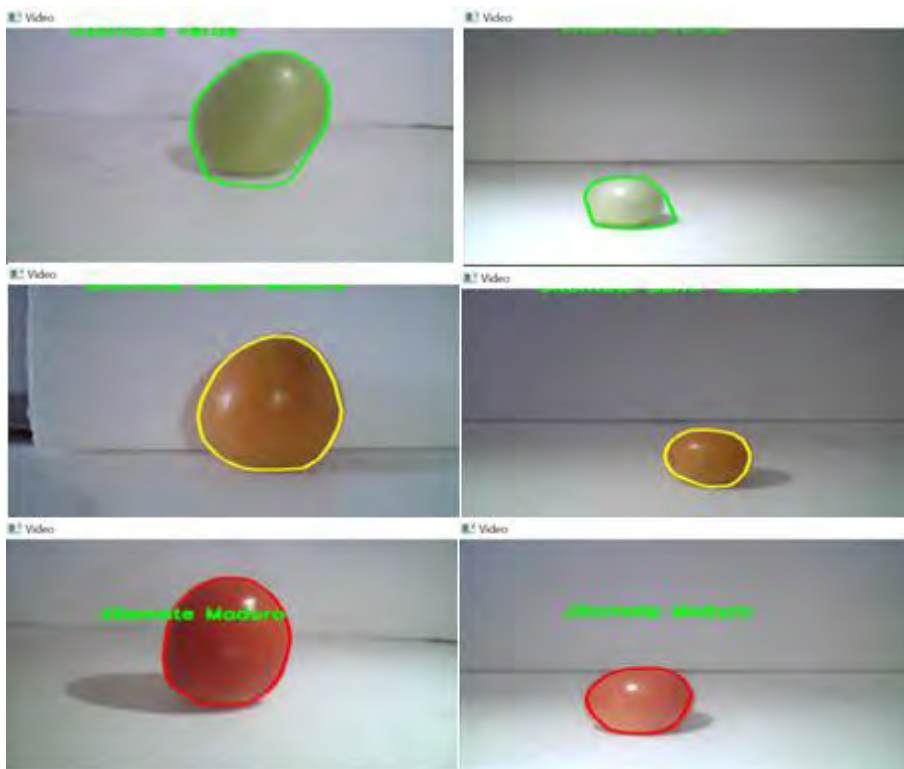


Fig. 6. Prueba realizada en entorno controlado

4. Conclusiones

Se alcanzó el objetivo planteado en el presente trabajo, el sistema desarrollado puede usarse en entornos controlados, en donde se capturan los jitomates mediante una cámara de video usando fondo blanco sin que haya otros objetos que hagan interferencia. Pero la principal ventaja con respecto a los sistemas previos que se han desarrollado por otros autores es que se puede usar directamente en los campos de cultivo. El porcentaje de acierto del sistema en ambientes controlados superó al alcanzado por sistemas desarrollados previamente, y el porcentaje de acierto en campos de cultivo de jitomate es bastante buena. Por otro el sistema desarrollado es bastante portable al correr en una computadora de una sola tarjeta Raspberry Pi lo cual facilita su uso directamente en los campos de cultivo, a diferencia de otros sistemas que corren en computadora personal.

5. Referencias

- [1] L. Gonzáles, «AprendeIA,» 2023. [En línea]. Available: <https://aprendeia.com/vision-computacional/>. [Último acceso: 25 Septiembre 2023].
- [2] C. Ruiz Rubio, *Genética de la fisiopatía de la mancha solar del fruto de tomate* [Doctora en Biología por la Universidad de Málaga], Universidad de Málaga, 2016.
- [3] FAO, «Producción de tomate bajo condiciones protegidas,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.fao.org/3/a1374s/a1374s00.pdf>. [Último acceso: 25 Septiembre 2023].
- [4] L. Zapata , L. Gerard, C. Davies, L. Oliva y M. Schvab, «Correlación matemática de índices de color del tomate con parámetros texturales y concentración de carotenoides,» *Ciencia, Docencia y Tecnología*, vol. 18, n° 34, pp. 207-226, 2007.
- [5] J. Pérez Pérez, G. Saldaña Gonzales, J. Estévez Carreón, A. G. Muñoz Hernandez, C. Gracios Marin y V. Ramirez Palacios, «Sistema de Visión para determinar el grado de madurez del jitomate,» de *SOMI Congreso de instrumentación* , Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, CCADET-UNAM, 2014.
- [6] F. J. Godínez García , J. A. Martínez Rivera , R. Guerrero Rivera, E. Gamero Inda y M. A. Reyes Venegas , «Determinación de madurez del tomate (*solanum lycopersicum*) mediante el uso de un sistema de visión artificial controlado,» de *Congr. Int. en Ing. Electrónica*, Chihuahua Chih, México, Instituto Tecnológico de Chihuahua, 2019, pp. 201-205.
- [7] P. Viola y M. J. Jones, «Robust Real-Time Face Detection,» *International Journal of Computer Vision*, vol. 57, n° 2, p. 137–154, 2004.

Automatización de portafolios de criptomonedas

Alejandro D. Vazquez^{1,2}, Hernán D. Merlino^{1,2,3}

¹ Universidad Tecnológica Nacional (UTN) – Facultad Regional de Bs. As. – Argentina
Programa de Maestría de Ingeniería en Sistemas de Información. Escuela de Posgrados –
Universidad Tecnológica Nacional (UTN) – Facultad Regional de Bs. As. – Arg.

² Lab. de Sistemas de Información Avanzados (LSIA) Univ. de Bs As, Fac. de Ingeniería - Arg.

³ Grupo de Estudio de Metodologías para la Ingeniería en Software y Sistemas de Información
alevazquez.d@gmail.com, hmerlino@gmail.com

Abstract. Hoy en día el avance tecnológico hace posible operar con diferentes criptomonedas, en cualquier momento. Por lo que las herramientas para realizar trading combinan estrategias operativas, modelos, experiencia y fundamentos entre otros. Estas están en constante evolución, en donde se está utilizando inteligencia artificial, robots y diferentes combinaciones para obtener mejores resultados. Es posible operar, uno mismo o por medio de robots, donde estos últimos tienen ventajas inherentes. Por lo que se ha realizado una revisión de las soluciones existentes donde se conocen diversos modelos. Por lo que se propone llegar a un automatizado mediante un robot en forma autónoma. Ya que de ésta forma se puedan obtener rendimientos que sean superiores a los que uno realiza individualmente. Finalizando con una conclusión que se desprende de la investigación con las futuras líneas de investigación.

Keywords: cryptocurrencies, portfolios, algorithmic trading, bots.

1 Introducción

Este es un trabajo en desarrollo para la operatoria de criptomonedas. Este mercado cuenta con un creciente número de aplicaciones, además de diversos modelos, metodologías y herramientas tecnológicas para realizar predicciones que provienen de los mercados de capitales [1]. Encontrar la herramienta adecuada con los modelos óptimos es muy difícil para los usuarios no experimentados que quieren operar. La evolución de los modelos lleva a explorar el uso de diversas herramientas para predecir, operar y evaluar el riesgo entre otros [2]. Por lo que se propone un modelo para realizar la primera etapa de una conformación de un portafolio, partiendo de análisis previos ya presentados [3]. Se propone un modelo para iniciar la creación de un portafolio, basado en análisis anteriores. Una vez definido, se busca establecer una estrategia acorde y avanzar hacia una automatización completa que simplifique el proceso en su totalidad. El trabajo concluye con una conclusión y se plantean futuras investigaciones, incluyendo la validación del modelo automatizado..

2 Modelos existentes para realizar predicciones

Los modelos que se introducen resultan de ser analizados. De ciertos modelos que parten de diferentes estudios resulta relevante realizar una mención o una breve descripción según la importancia que en el estudio se le da. Tales modelos están dentro de tres importantes grupos, lineales utilizados para realizar predicciones, no lineales utilizados para realizar predicciones e híbridos utilizados para realizar predicciones.

3 Estrategias

La estrategia óptima para ejecutar una orden depende de su dinámica [4]. Se trata de un análisis en el que se puede calificar su desempeño. Donde se contemplan las siguientes áreas: riesgo/recompensa, errores de entrada, errores en la gestión comercial, salidas con errores, errores de tamaño de posición e incumplimiento de reglas[5]. El análisis incluye las siguientes estrategias: Las Estrategias stop-loss y take-profit Las estrategias de stop loss permiten a los inversores limitar sus pérdidas provocando automáticamente las ventas de las inversiones perdedoras. Las estrategias de trailing stop loss, por otro lado, muestran el efecto de reducir el riesgo de inversión en lugar de reducir las pérdidas [6]. Las órdenes con stop loss y take profit, cuando se activan, se oponen a la tendencia del mercado (take profit) o intensifican el movimiento (stop loss), con gran influencia, incluso cuando hay gran liquidez durante una repentina caída [7]. El Análisis de flujos: Los cambios de precios se deben a los pedidos, pero no reflejan los fundamentos. El flujo de pedidos influye, pero no necesariamente relacionado con información privada. Esto puede ayudar a entender el éxito del análisis técnico a corto plazo [8]. Las Redes de volatilidad: Esta estrategia se puede considerar basándose en una simple correlación por pares y en la conexión de todo el sistema de los índices bursátiles, utilizando un modelo de autorregresión vectorial[9]. La covarianza en la asignación de carteras es una buena herramienta para la optimización [10]. Si se utiliza simplemente para medir el riesgo de carteras con una composición fija, el efecto del ruido sobre el riesgo medido puede volverse muy pequeño [11]. Cuando se considera la venta en corto, ninguno método es óptimo. El autor menciona que los métodos basados en DCC y Riskmetrics son los mejores [12].

4 Cálculo de retorno de inversión

Para estimar el retorno de la inversión estaremos utilizando una fórmula, que de esta forma podremos cuantificar la estimación de la predicción a fin de evaluar si está entre los márgenes esperados. Se utiliza ROI es una forma de medir el rendimiento de una inversión. Y como imaginarás, es también una manera excelente de comparar la rentabilidad de distintas inversiones. La fórmula del ROI es bastante simple. Se ha de tomar el valor actual de la inversión y restar el coste original de la misma. A continuación, se divide dicha cantidad por el coste original de la inversión [21].

$ROI = (\text{valor actual} - \text{costo original}) / \text{costo original}$

5 Propuesta en desarrollo

Se propone un servicio en base al modelo de monte carlo, para una vez conformado, aplicar una estrategia óptima [13]. Donde se contempla: riesgo/recompensa, errores de entrada, salida, gestión y tamaño[14]. El uso del modelo para optimizar de manera

dinámica la cartera orientada: "a un objetivo" o " múltiples"[15]. Basados en la teoría moderna, y la teoría de paridad de riesgo donde todos deben contribuir en la misma proporción al riesgo total[16].

6 Selección de un bot para la automatización

Para la automatización se debe considerar la información bursátil diaria, el capital, los activos con su tendencia, como la compra, venta y tenencia [17]. Hoy en día existen bots como:: 3Commas con bots preseleccionados además de copiar o implementar estrategias [18]. O Trality que se puede programar en python las reglas u operar de forma autónoma [19]. Además cuenta con una api para poder interactuar con el bot [20]. Por lo que se pretende implementar con estas dos herramientas el portafolio conformado con el modelo de monte carlo.

7 Conclusión y futuras líneas de investigación

Se puede concluir que los modelos de Monte Carlo permiten simular combinaciones de portafolios y optimizarlos en el tiempo con base en algoritmos como EMA, MACD, RSI, Stochastic, para determinar cuándo comprar, mantener o vender activos y simplificar esos indicadores en una tabla para facilitar la toma de decisiones sobre el portafolio. Para futuras investigaciones y desarrollo, se busca establecer estrategias que utilicen herramientas en la nube como 3Commas y Trality para lograr autonomía. Se determinarán indicadores adecuados para stop loss, take profit y cobertura en caso de cambios inesperados en el mercado. Además, se investigará cómo ajustar estrategias automáticamente basadas en señales simplificadas de análisis técnico para satisfacer diferentes perfiles de inversores.

Referencias

- [1] Nayak, A., Pai, M. M., & Pai, R. M. (2016). Prediction models for Indian stock market. *Procedia Computer Science*, 89, 441-449.
- [2] Barboza, F., Kimura, H., & Altman, E. (2017). Machine learning models and bankruptcy prediction. *Expert Systems with Applications*, 83, 405-417.
- [3] Vazquez, A.,Merlino, H. (2021).Modelos para armar portafolios sobre criptomonedas. *Computación para el Desarrollo: XII Congreso: COMPDES UES 2021. Computación para el Desarrollo*, 203-206.
- [4] Obizhaeva, A. A., & Wang, J. (2013). Optimal trading strategy and supply/demand dynamics. *Journal of Financial Markets*, 16(1), 1-32.
- [5] .eHelpify, Aug 13, 2018.How To Stop Losing Money Trading (A Trading Grade Sheet To Use), Nov 13, 2020. <https://medium.com/@ehelpify/how-to-stop-losing-money-trading-a-trading-grade-sheet-to-use-7927fe8af3d8>
- [6] 55_Lei, A. Y., & Li, H. (2009). The value of stop loss strategies. *Financial Services Review*, 18(1), 23-51.
- [7] Vezeris, D., Kyrgos, T., & Schinas, C. (2018). Take Profit and Stop Loss Trading Strategies Comparison in Combination with an MACD Trading System. *Journal of Risk and Financial Management*, 11(3), 56.
- [8] Osler, C. L. (2005). Stop-loss orders and price cascades in currency markets. *Journal of international Money and Finance*, 24(2), 219-241.

- [9] Lee, T. K., Cho, J. H., Kwon, D. S., & Sohn, S. Y. (2019). Global stock market investment strategies based on financial network indicators using machine learning techniques. *Expert Systems with Applications*, 117, 228-242.
- [10] Pantaleo, E., Tumminello, M., Lillo, F., & Mantegna, R. N. (2011). When do improved covariance matrix estimators enhance portfolio optimization? An empirical comparative study of nine estimators. *Quantitative Finance*, 11(7), 1067-1080.
- [11] Pafka, S., & Kondor, I. (2003). Noisy covariance matrices and portfolio optimization II. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 319, 487-494.
- [12] Trucíos, C., Zevallos, M., Hotta, L. K., & Santos, A. A. (2019). Covariance prediction in large portfolio allocation. *Econometrics*, 7(2), 19.
- [13] Chen, A. S., Leung, M. T., & Daouk, H. (2003). Application of neural networks to an emerging financial market: forecasting and trading the Taiwan Stock Index. *Computers & Operations Research*, 30(6), 901-923.
- [14] Bauwens, L., Laurent, S., & Rombouts, J. V. (2006). Multivariate GARCH models: a survey. *Journal of applied econometrics*, 21(1), 79-109.
- [15] Moghaddam, A. H., Moghaddam, M. H., & Esfandyari, M. (2016). Stock market index prediction using artificial neural network. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 21(41), 89-93.
- [16] Manfredi, Melina, nov 20, 2020. Cómo invertir en acciones y bonos con robots y algoritmos, Jan 4, 2021. <https://www.iproup.com/finanzas/18297-como-invertir-en-acciones-y-bonos-con-robots-y-algoritmos>
- [17] Quadency (Jul 1, 2021). [http], Quadency - Professional Crypto Trading Platform, <https://quadency.com/>
- [18] 3Commas (Jul 1, 2021). [http], 3Commas - Crypto Trading Bot Automated Altcoin/Bitcoin Platform, <https://3commas.io/>
- [19] Trality (Jul 1, 2021). [http], Trality - Create & follow trading bots, <https://www.trality.com/>
- [20] Ariyo, A. A., Adewumi, A. O., & Ayo, C. K. (2014, March). Stock price prediction using the ARIMA model. In 2014 UKSim-AMSS 16th International Conference on Computer Modelling and Simulation (pp. 106-112). IEEE.
- [21] Binance Academy, (Jul 3, 2021). Trading How to Calculate Return on Investment (ROI), <https://academy.binance.com/en/articles/how-to-calculate-return-on-investment-roi>

Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones en la Educación

Potenciando el Aprendizaje en Educación Superior: Estrategias de Mobile Learning para activar a los estudiantes

Rubí Estela Morales Salas¹, Pedro René Rodríguez Pavón²

¹ Sistema de Universidad Virtual. Universidad de Guadalajara (México)
rubi.morales@suv.udg.mx

² rene.pavon@udgvirtual.udg.mx

Resumen. Se presenta una experiencia educativa en la que se explica la aplicación del *Mobile Learning* o *m-learning* como estrategia didáctica de aprendizaje mediada por dispositivos móviles inalámbricos, que ayudan a potenciar aprendizajes significativos en estudiantes de Posgrado. El objetivo de la investigación es analizar la percepción de los estudiantes de posgrado acerca de la aplicación del *Mobile Learning* a través de dispositivos móviles inalámbricos. Como eje central se recurre a la metodología de sistematización de experiencias para definir la estrategia didáctica, desarrollarla e implementarla en un grupo de 36 estudiantes de posgrado inscritos en la asignatura de Dirección de Capital Humano. Los resultados obtenidos demuestran que el cambio en estrategias didácticas de enseñanza aprendizaje tradicionales por otras estrategias mediadas por las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) favorecen la activación de los aprendizajes, aumentan el interés de los estudiantes por los contenidos del programa, disminuyen la reprobación y dinamizan el proceso de enseñanza aprendizaje a través de la gamificación, aprendiendo a través del juego (procesos lúdicos) pero en un contexto formal.

Palabras clave: Aprendizaje, Estudiantes de Educación Superior, Mobile Learning, Estrategia didáctica.

1. Introducción

El proceso de enseñanza aprendizaje (PEA) generalmente se plasma en un documento que contiene las competencias que el estudiante debe desarrollar, así como los productos que servirán de evidencia para que demuestre esas competencias. Si bien es cierto, que es esencial una efectiva mediación por parte del docente para que se logren los aprendizajes esperados, las estrategias son la vía más acertada para lograrlos, pues una correcta mediación docente se logra a través de una metodología con dirección estable, constituida por estrategias, actividades, procedimientos, orientaciones e instrucciones, tiempos y recursos que el docente ejecuta para el logro un fin determinado [1].

En este sentido, el PEA se ha concebido como un conjunto de fases sucesivas, en las que el docente y el estudiante se someten a una transformación para lograr un resultado específico. Entre las etapas de este proceso se encuentran elementos importantes que en conjunto y de forma integral, permiten lograr el resultado previsto, estos elementos son: el objetivo del aprendizaje de los contenidos, las estrategias didácticas de enseñanza y aprendizaje, las actividades didácticas, los recursos materiales, financieros y tecnológicos, el tiempo y la evaluación de los aprendizajes.

Si bien, todos los elementos anteriores son imprescindibles para lograr un PEA efectivo y eficiente, es cierto que las estrategias didácticas son la parte que mueve al proceso, que le da vida y activa los aprendizajes. Por consiguiente, [2] argumenta que las estrategias didácticas comprenden métodos, medios y técnicas que tienen flexibilidad y utilidad en el proceso didáctico. Es entonces que las estrategias didácticas han evolucionado a lo largo de los años y en la actualidad es sabido que los docentes emplean innovadoras estrategias apoyadas por herramientas tecnológicas en las que los estudiantes se encuentran inmersos de manera dinámica. De tal manera que aprovechar la creatividad y el dinamismo de los estudiantes, así como sus competencias digitales, es una oportunidad para aumentar la calidad en los procesos de enseñanza aprendizaje, de tal manera que la producción de contenidos y diseño de estrategias ofrece a los profesores una oportunidad de lograr aprendizajes significativos [3].

Es por lo anterior, que en los currículos actuales se espera que el diseño y aplicación de estrategias didácticas contemple a las TIC, sin dejar de lado, que éstas por sí solas, no cobran sentido hasta que son utilizadas de manera efectiva en la enseñanza, dando paso a las llamadas Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) y a las Tecnologías del Empoderamiento y la Participación (TEP). Estos conceptos revolucionan el uso y aplicación de las tecnologías al convertirlas en herramientas con interacciones digitales cognitivas entre el usuario y los aparatos inteligentes, propiciando el emprendimiento y la transformación [4].

De ahí la importancia de actualizar constantemente a la plantilla docente en temas de competencias digitales factibles de aplicar en su práctica docente. Este artículo presenta una experiencia educativa cuyo objetivo consistió en analizar la percepción de los estudiantes de posgrado acerca de la aplicación del Mobile Learning a través de dispositivos móviles inalámbricos.

2. Contenido

Siguiendo la idea, las estrategias didácticas se vinculan tanto con la enseñanza como con el aprendizaje; la primera se relaciona con las estrategias que el docente utiliza para enseñar, mientras que la segunda refiere a las estrategias que el docente utiliza para que el estudiante aprenda, movilizándolo el conocimiento, las habilidades, las destrezas y los valores. Entonces, la estrategia didáctica tiene la función de señalar hacia dónde se dirige el proceso, qué actividades realiza el docente y el estudiante, cuál es la organización del trabajo, el contexto, los recursos y el tiempo en el que se desarrolla el proceso, además de dar forma y sentido a una evaluación justa y eficaz para lograr que el estudiante tenga un aprendizaje significativo y sea capaz de solucionar problemas y necesidades en distintos contextos.

Según [5] el Aprendizaje Móvil Electrónico (*m-learning* en inglés) es una forma de aprendizaje que facilita la construcción del conocimiento, la resolución de problemas y el desarrollo de destrezas y habilidades diversas de manera autónoma y ubicua, gracias a la mediación de dispositivos móviles portables tales como teléfonos inteligentes móviles, una computadora de bolsillo, un organizador personal o agenda electrónica, tabletas, *pocket pc* (ordenador de bolsillo) y todo dispositivo que tenga alguna forma de conectividad inalámbrica.

El *m-learning* tiene su origen en Europa con desarrolladores líderes en recursos (Ericsson y Nokia) y en Estados Unidos con aplicaciones para Asistentes Personales Digitales (PDA por sus siglas en inglés) [6]. De acuerdo con [7] y [8], el *m-learning* es el sucesor directo del *e-learning*; puesto que el *e-learning* es el aprendizaje apoyado por los recursos y las herramientas electrónicas digitales y *m-learning* es el *e-learning* que se apoya en los dispositivos móviles y en la transmisión de *wireless*; o simplemente, es cuando el aprendizaje toma lugar con dispositivos móviles.

Por su parte, [9] menciona que el *m-learning* es el que se da a través de enseñanzas que no están limitadas por el ambiente de aprendizaje, sino que lo complementan, enriquecen y estimulan para provocar un aprendizaje flexible y móvil, que ayuda al estudiante a aprender desde diferentes escenarios y contextos. Mientras que [10] aseguran que “*m-learning* es una manera de apoyar al aprendizaje en un medio ambiente donde diversos elementos como la espontaneidad, la personalización, la informalidad, la contextualización, la portabilidad, la conveniencia, la adaptabilidad, la integración y la disponibilidad juegan un papel relevante.

Se aprecia que, los distintos conceptos de Aprendizaje Móvil Electrónico o *Mobile Learning* homologan algunos elementos, tales como: dinamismo y aprendizaje; los que, sin duda, se transmiten mediante herramientas como los dispositivos móviles. Los dispositivos móviles se integran cada vez más en los ambientes educativos a lo que algunos docentes relatan que es una estrategia para evitar el uso excesivo de estos dispositivos en las aulas, lo que trae como consecuencia la falta de interés en el tema de clase, sin embargo; la creatividad y el diseño de actividades mediadas por el *Mobile Learning* pueden contribuir a obtener conocimiento más significativo y receptivo por parte de los estudiantes.

3. Metodología

Esta experiencia se llevó a cabo en un ambiente de aprendizaje presencial, en un grupo de posgrado de un centro universitario de la Universidad de Guadalajara, con 36 estudiantes, inscritos en la materia de Dirección de Capital Humano (DCH), cuya característica es que se maneja una gran cantidad de contenido repartido en 15 temas a impartirse en 36 horas. Cada tema tiene una duración de aproximadamente dos horas, situación que provoca que el aprendizaje sea vertiginosamente rápido y que el estudiante procese demasiada información en poco tiempo.

Se utilizó la metodología de sistematización de experiencia como un método de investigación que ayudó no solo a razonar el conocimiento, sino también a orientarlo hacia el cambio educativo. De acuerdo con [11] y [12] esta metodología se vincula con el proceso de investigación centrado en el estudio de las experiencias vividas por los

sujetos, entendida como un proceso permanente de registro ordenado y sistémico de la experiencia que permite su interpretación crítica, colectiva participativa e intencionada.

4. Los resultados

Como parte de los resultados, a continuación, se describen los cinco pasos que se siguieron en el proceso:

4.1. Identificación del Problema

A lo largo de cuatro semestres que abarcan desde el 2017 hasta el 2019, los estudiantes mostraron desinterés y aburrimiento en la clase Dirección de Capital Humano (DCH); los exámenes son reprobados por la mayoría de los estudiantes y esto impacta directamente en la calificación final de la asignatura.

4.2. Diagnóstico

Se realizó un diagnóstico mediante investigación documental para identificar las evaluaciones finales de la asignatura de referencia durante el segundo semestre del 2017 al primer semestre del 2019. Los datos arrojaron que, durante estos cuatro semestres, el 42% de un total de 90 estudiantes reprobó los exámenes parciales; situación que propició promedios bajos en las evaluaciones finales de la materia de DCH, además de causar pérdida de becas económicas otorgadas a los estudiantes. Posteriormente se extrajo una muestra del 40% (36 estudiantes) del total (90 estudiantes), sin importar si estaban o no reprobados. Se les pidió que contestaran un cuestionario para valorar su percepción acerca de la forma en que se impartía la asignatura de referencia. Los resultados fueron:

Tabla 1. Percepción estudiantil sobre impartición de asignatura DCH

Crterios	SI	NO	Total
¿La cantidad de contenidos en el curso, son adecuados?	4	32	36
¿Las estrategias didácticas aplicadas son efectivas para lograr aprendizaje significativo?	6	30	36
¿La metodología empleada en la impartición del curso te entusiasma?	4	32	36
¿Un examen de conocimientos te propicia aprendizaje significativo?	2	34	36
Total			

Fuente: Elaboración propia

En promedio, 32 personas que equivale al 89% del total de encuestados, afirmaron que: había excesiva carga de contenido en el curso, las estrategias didácticas usadas por los docentes resultaban deficientes al no propiciar aprendizaje significativo, lo que implicó desmotivación por parte de los estudiantes, además de que el examen no resultaba el medio más apto para adquirir aprendizaje.

4.3. Situación que se desea resolver

Los anteriores resultados favorecieron la decisión apremiante por parte de los asesores para identificar, conocer y aplicar nuevas estrategias didácticas para activar el

aprendizaje significativo y propiciar, por un lado; la motivación en los estudiantes para cursar la materia de DCH y por otro; disminuir el índice de reprobación.

4.4. Sistematización de la experiencia

a) Diseño de la estrategia didáctica

Con el fin de dinamizar el aprendizaje y entusiasmo de los estudiantes, se desarrolló un plan para implementar una estrategia didáctica en una sesión de clases con un tema específico de la asignatura de Dirección de Capital Humano que se imparte en nivel posgrado durante el calendario escolar 2019-B, en un grupo formado por 36 estudiantes. La estrategia utilizada fue *Mobile Learning* o Aprendizaje móvil electrónico y como actividad de enseñanza aprendizaje, se optó por aplicar un *Kahoot*.

Kahoot es una plataforma de aprendizaje basado en el juego libre, creada en 2013 por Johan Brand, Jamie Brooker y Morten Versvik como un proyecto conjunto entre Mobitroll y la Universidad de Tecnología de Noruega y Ciencia. En la actualidad, esta herramienta se utiliza por más de 50 millones de personas en 180 países. Fue diseñada para ser utilizada en todo el mundo, tanto en aulas como en otros ambientes de aprendizaje. *Kahoot* es un sistema de respuestas basado en el juego para escuelas, universidades y empresas.

De acuerdo con Johan Brand, fundador y CEO de *Kahoot* en entrevista realizada por Iglesias-Fraga en el año de 2016 [13], “*Kahoot* se fundamenta en tres valores básicos (jugar, aprender y socializar), que se materializan en una plataforma *online* y colaborativa en la que tanto profesores como alumnos pueden crear cuestionarios interactivos sobre cualquier materia” (párr. 5). De esta forma, los estudiantes pueden competir entre sí para saber quién acierta más preguntas en el menor tiempo, entre otras actividades.

Esta plataforma es utilizada habitualmente para la evaluación formativa, la cual, además de favorecer la supervisión del progreso de cada estudiante hacia los objetivos de aprendizaje, identifica las fortalezas y las debilidades que ayudan a detectar las áreas en las que los estudiantes se beneficiarían, las oportunidades de aprendizaje más desafiantes o una revisión de conocimientos básicos para ese tema.

b) Proceso de implementación de la estrategia Mobile Learning

Se eligió un tema sujeto de evaluación. El docente diseñó preguntas y respuestas de acuerdo con el tema elegido. Posteriormente, en la plataforma *Kahoot* se creó un cuestionario (prueba), accediendo a ella con todos los requisitos solicitados.

Las preguntas en *Kahoot* incluyeron imágenes y videos para hacer el material más atractivo visualmente. Una vez hospedada la prueba en *Kahoot*, el docente la aplicó en el grupo de estudiantes, la que fue respondida por éstos mediante un dispositivo con acceso a un navegador *web* (iPad, dispositivo Android, Chromebook).

El profesor controló el ritmo de la prueba mediante la imposición de un límite de tiempo para cada pregunta. Entre pregunta y pregunta, el docente podía realizar una exposición de manera específica acerca del tema, para ello mostró imágenes y videos; luego entonces, procedió con la pregunta a los estudiantes, retando así, el intelecto de éstos, mediante un límite de tiempo y velocidad de respuesta.

Los estudiantes, al responder las preguntas, obtuvieron puntos por cada respuesta correcta, así como por la velocidad en que eran contestadas éstas. Al llegar al final de la exposición y ser respondidas todas las preguntas por los estudiantes, Kahoot mostró los resultados finales, resaltando los tres primeros lugares que consiguieron la mayor puntuación. Con esta estrategia se logró evaluar el aprendizaje de los estudiantes, lo que antes se hacía mediante un examen escrito.

4.5. Una segunda mirada a la práctica educativa

La creación del cuestionario colaborativo en *Kahoot* generó importantes fortalezas en el estudiante, por un lado: potencializó los estilos de aprendizaje visual, auditivo y kinestésico, propiciando que el estudiante adquiriera las competencias pertinentes, además de hacerlo sentir en un ambiente inclusivo de aprendizaje. Es necesario tomar en cuenta la inserción de los estilos de aprendizaje en el proceso educativo, además de saber la importancia que éstos tienen a lo largo del acompañamiento que el asesor proporciona al estudiante para lograr ciertas competencias [14].

Se implementaron otras estrategias didácticas a lo largo del curso que incluían las TIC, TAC y TEP, de acuerdo con datos cuantitativos, los estudiantes aumentaron significativamente los resultados de sus exámenes y pasaron de un 60% a 95% de aprobación, como se muestra en la figura 1.

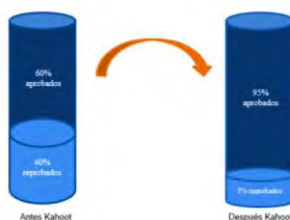


Figura 1. Comparativo de aprobación antes y después de la estrategia *Mobile Learning*

El cuestionario interactivo al ser elaborado por el docente propició una experiencia diferente, pues el utilizar sus propios recursos en el proceso de aprendizaje le otorgó mayor certidumbre en los aprendizajes esperados por los estudiantes. Con la aplicación de esta estrategia, los estudiantes mostraron no solo mayor interés, sino que asumieron el reto de elaborar sus propios *kahoots*, que fueron compartidos y aplicados entre pares, con lo cual se logró un mayor enfoque y una participación más dinámica en la clase Dirección de Capital Humano. Dado esto, el docente eliminó de su práctica educativa la aplicación de exámenes de conocimientos, debido a que generaban frustración en los estudiantes al sentir que no obtenían ningún aprendizaje que fuera útil para ellos.

5. Conclusiones

Del total de los estudiantes (36) que utilizaron la plataforma *Kahoot*, al 90% (32) les pareció una actividad satisfactoria, dinámica y divertida. Expresaron que aprendieron conceptos y fueron capaces de relacionar los contenidos de la materia con la vida cotidiana laboral.

Después de utilizar Kahoot, y de acuerdo con los resultados de esta investigación, se detectó que, tres estudiantes (8%) no lograron seguir la dinámica del juego desde el primer momento, lo que ocasionó que se atrasaran al responder las preguntas. Solo un estudiante (3%) refirió que no le gustó la actividad porque no tenía suficiente habilidad en el manejo de las tecnologías desde su teléfono móvil.

Estos hallazgos hacen ver que la implementación de nuevas estrategias didácticas mediadas por la tecnología conlleva un reto importante para los docentes y los estudiantes, pues se debe contar con el conocimiento y la experticia tanto en la creación y la elaboración del recurso como en su aplicación y utilización.

Aunque los estudiantes suelen pasar mucho tiempo al revisar múltiple información en su celular, resolver situaciones laborales y gestionar sus redes sociales, la oportunidad de aplicar la estrategia de *Mobile Learning* sugiere que el estudiante preste atención a los contenidos que se comunican y que logre ser competitivo en cuanto a la rapidez y la certeza en sus respuestas registradas a través del *Kahoot*.

Los resultados sugieren que, además de generar aprendizaje significativo e involucrar de manera dinámica a los estudiantes, la utilización del *Mobile Learning* es un detonador de estrategias socio afectivas desde el rol de los docentes, pues resulta trascendental al ser los encargados de propiciar interacciones y situaciones de comunicación que contribuyan a crear relaciones afectivas en los ambientes de aprendizaje ya sea virtuales o presenciales [15].

Por otra parte, los recursos tecnológicos interactivos poseen una base teórica estructurada a partir del concepto de simulación digital interactiva [16] tomando en cuenta que las simulaciones movilizan los procesos de visualización y comprensión profunda de aspectos específicos del problema estudiado. Es así que los recursos tecnológicos son parte inminente del proceso de enseñanza aprendizaje, en el que el docente tendrá la responsabilidad central de promover aprendizajes en los alumnos a través de la mediación e interacción, los cuales no sólo tendrán que ver con las formas de comunicación, sino además con los recursos que éste utilice para lograr el objetivo primordial de la educación tanto en entornos tradicionales o presenciales, como en entornos virtuales; que en la actualidad cada día cobran mayor inclusión en el ámbito educativo [1].

La participación de los implicados en este proceso no se vio exenta de dificultades, sin embargo, la entrega, la dedicación y el reto de esta experiencia hicieron posible una nueva forma de enseñar y de aprender al facilitar el aprendizaje autogestivo de los estudiantes. De acuerdo con los resultados de esta investigación, se puede concluir que los procesos de enseñanza-aprendizaje apoyados por recursos didácticos digitales favorecen la comunidad virtual y propician el aprendizaje interactivo digital.

El uso de *Kahoot* puede ser para los docentes una manera creativa y divertida de llevar a cabo las sesiones de enseñanza-aprendizaje [17] en el aula de clases, con lo que se obtiene, además, la retroalimentación informal de sus estudiantes.

Sin duda, la nueva forma de enseñanza que tienen los docentes apoyándose de los recursos didácticos digitales, es parte de los continuos cambios que de manera inminente han llegado a los contextos educativos al momento de darse el paro de actividades educativas en todo el mundo, provocado por la pandemia del coronavirus COVID-19, anunciado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 11 de marzo del 2020. Los autores del PEA tendrán que capacitarse aún más para ser testigos de los innumerables beneficios que esta práctica conlleva.

6. Referencias

- [1] R. E. Morales Salas, J. C. Infante-Moro and J. Gallardo-Pérez, "La mediación e interacción en un AVA para la gestión eficaz en el aprendizaje virtual", *Campus Virtuales*, vol. 8, no. 1, pp. 49-61, 2019. Available: <http://www.uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/425>
- [2] C. Delgado, "Estrategias didácticas para fortalecer el pensamiento creativo en el aula. Un estudio meta-analítico", *Revista innova educación*, vol. 4, no. 1, pp. 51-64, 2022. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8152451>
- [3] A. M. Pacheco Cortés and A. Infante-Moro, "La resignificación de las TIC en un ambiente virtual de aprendizaje", *Campus Virtuales*, no. 9(1), pp. 85-99, 2020, [Online]. Available: <http://uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/537>
- [4] R. E. Morales Salas and P. R. Rodríguez Pavón, "Digital ICT skills applied in organizations", *International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies (IJISEBC)*, no. 7(1), pp. 25-35, 2020, [Online]. Available: <http://www.uajournals.com/ijisebc/es/revista/numerosanteriores.html?id=137>
- [5] F. Brazuelo Grund and D. J. Gallego Gil, "Estado del Mobile Learning en España", *Educación en Revista*, no. 4/2014, pp. 99-128, 2014. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/276106918_Estado_del_Mobile_Learning_en_Espana
- [6] M. S. Ramirez Montoya, "Recursos tecnológicos para el aprendizaje móvil (m-learning) y su relación con los ambientes de educación a distancia: implementaciones e investigaciones", *RIED Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, no. 12(2), pp. 57-82, 2009, [Online]. Available: <https://n9.cl/2w7qf>
- [7] N. Pinkwart, H. U. Hoppe, M. Milard and J. Pérez, "Educational scenarios for the cooperative use of Personal Digital Assistant", *Journal of Computer Assisted Learning*, no. 19(3), pp. 383-391, 2003, [Online]. Available: https://www.cs.cmu.edu/~niels/pdf/PinkwartEtAl_JCAL.pdf
- [8] C. Quinn, Mobile magic: Think different by design. Featured in conference cycle of the Escuela de Graduados en Educación y Centro de Innovate del Tecnológico de Monterrey, 2007. [Online]. Available: <http://podcastuv.itesm.mx/>
- [9] P. A. Salz, When will we ever learn? Featured in Mobile Communications International, 2005.
- [10] Y. Laouris and N. Eteokleous, "We need an Educationally Relevant Definition of Mobile Learning", 2009, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/228739500_We_need_an_educationally_relevant_definition_of_mobile_learning/citations#fullTextFileContent
- [11] N. Ibarra López and E. Asencio Cabot, "Sistematización de experiencias en la publicación de la Revista Varela", *Revista Ciencias de la Información*, vol. 46, no. 2, pp. 35-41, 2015. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/1814/181441052007.pdf>
- [12] J. M. Ramos Bañobre and R. Vidal Pla-López, "¿Cómo realizar la sistematización de la practica educativa?", *Docencia e Investigación*, no. 26, pp. 53-76, 2016, <https://n9.cl/0dv6q>
- [13] A. Iglesias Fraga, (2016, julio 27). "TICbeat", [Online]. Available: <https://www.ticbeat.com/entrevistas/johan-brand-kahoot-queremos-que-los-consejos-de-direccion-aprendan-jugando/>
- [14] R. E. Morales Salas and M. A. Pereida Alfaro, "Inclusion of the learning styles as a didactic strategy applied in a VLE", *Campus Virtuales*, no. 6(1), pp. 67-75, 2017, [Online]. Available: <http://www.uajournals.com/campusvirtuales/es/revistaes/numerosanteriores.html?id=176>
- [15] R.E. Morales Salas and L. Curiel Peón, "Estrategias socioafectivas factibles de aplicar en ambientes virtuales de aprendizaje", *EDUTECH, Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, no. (69), pp. 36-52, 2019 [Online]. Available: <https://www.edutech.es/revista/index.php/eduteche/article/view/1289>
- [16] E. Totter, S. Raichman and A. Mirasso, Desarrollo de simulaciones computacionales como estrategia de acercamiento a la investigación. Una experiencia en la asignatura Matemática Avanzada de la Carrera Ingeniería en Mecatrónica. Featured in VI Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, 2011.
- [17] A. Colom Canellas, J. Sureda Negre and J. Salinas Ibáñez, "Tecnología y medios educativos", España: Editorial Cincel, 1988, p.82.

Plataforma educativa virtual para la enseñanza de Python: un caso de aplicación

Víctor Daniel Gil Vera¹

¹ Facultad de Ingeniería de Sistemas. Universidad Católica Luis Amigó (Colombia)
victor.gilve@amigo.edu.co

Resumen. Las plataformas educativas virtuales ofrecen una amplia gama de recursos y herramientas educativas para estudiantes y profesores. Desde la pandemia generada por el Covid-19 han ganado una popularidad significativa debido a las ventajas que tienen sobre el aprendizaje tradicional en el aula. El objetivo de este trabajo es presentar un caso real de uso de una plataforma educativa virtual en un curso de fundamentos de Python en la Universidad Católica Luis Amigó, Medellín, Colombia. El trabajo describe la forma de elaboración del curso, los recursos, las estrategias metodológicas aplicadas, la estructura y funcionamiento de la plataforma y los resultados de un cuestionario de satisfacción aplicado a 70 estudiantes del programa de ingeniería de sistemas. Se concluye que, fue buena la percepción sobre el uso de esta plataforma por parte de los estudiantes, se identificó una mayor motivación por aprender y un mejoramiento en el desempeño académico.

Palabras clave: Aprendizaje. Enseñanza. Plataformas Educativas Virtuales. Python.

1. Introducción

Las plataformas educativas virtuales (PEV) permiten a los estudiantes aprender a su propio ritmo en cualquier momento y lugar [1], facilitan el trabajo cooperativo, fomentan la comunicación; posibilitan el aprendizaje continuo y el desarrollo de habilidades, proporcionan comentarios inmediatos sobre tareas y evaluaciones, lo que ayuda a los estudiantes a comprender sus fortalezas y áreas de mejora de manera más efectiva [2]. Las PEV ofrecen una gran cantidad de beneficios como mayor accesibilidad, flexibilidad, diversidad de cursos, experiencias de aprendizaje personalizadas y oportunidades para la colaboración global, lo que contribuye a una experiencia educativa más eficiente y atractiva [3]. Como se mencionó anteriormente, este trabajo presenta un caso real de uso de una PEV para la enseñanza del lenguaje de programación Python. Los resultados de aprendizaje del curso se enfocaron al reconocimiento de la conceptualización y la sintaxis básica en la escritura de código enfocado a la resolución de problemas; a la construcción de estructuras para el almacenamiento y gestión de datos, y a la identificación de paquetes y librerías para la analítica de datos. El curso se desarrolló desde un enfoque práctico, contempló el análisis de problemas del entorno y las organizaciones, se realizó un abordaje desde los

aspectos teóricos, los cuales eran fundamentales para un posterior desarrollo práctico. Las actividades se centraron en fortalecer el análisis de situaciones reales y no solo ejercicios operativos de codificación. Las actividades evaluativas fueron creadas para ser desarrolladas de forma grupal, con el fin de incentivar el trabajo colaborativo. Durante la clase, se realizaron ejercicios prácticos como ejemplos de base. También se contempló el desarrollo de actividades presenciales y no presenciales. Las primeras se enfocaban en la intervención directa de profesores y estudiantes (clases teóricas, prácticas y asesorías). Las segundas, en el trabajo independiente de los estudiantes, tanto forma individual como grupal con el fin de incentivar la autonomía de los mismos. La evaluación académica del curso estuvo enmarcada en el sistema de evaluación académica de la Universidad Católica Luis Amigó como proceso de valoración pedagógico, integral, continuo, cooperativo, con perspectiva científica y ética. Los eventos del proceso evaluativo fueron actividades de seguimiento, ejercicios prácticos y proyecto final. Entre los aspectos que hicieron atractivo el curso por parte de los estudiantes fue el uso de cuadernos de Jupyter proporcionados por Google Colab. Se decidió hacer uso de esta herramienta debido a su versatilidad, facilidad para el manejo de librerías y posibilidad de trabajo cooperativo [4]. La estrategia metodológica empleada se basó en clases magistrales presenciales, en estas se explicaban a fondo los fundamentos teóricos, posteriormente, los estudiantes realizaban ejercicios prácticos. Las inquietudes de los estudiantes eran resueltas por el profesor en el aula de clase o a través de la plataforma.

2. Resultados

Para acceder a la plataforma se debe ingresar al siguiente enlace: <https://cursos2023.wixsite.com/python> La figura 1 presenta la estructura de la misma, la cual está conformada por 5 pestañas: Inicio (generalidades y video introductorio), Descripción (proyecto docente y texto guía), Clases y Talleres (diapositivas y enlaces a los códigos de Colab), Asistencia-Notas (Notas de los estudiantes) y Contáctenos (interfaz para el envío de mensajes al profesor). Cada temática está acompañada de diapositivas, de un archivo .txt con el código y de un cuaderno de Jupyter creado en Google Colab. Una vez realizada la clase magistral por parte del docente y los estudiantes hayan aclarado sus dudas e inquietudes, estos proceden a la realización de los ejercicios prácticos en esta herramienta de Google. El curso se evalúa con la realización de 15 proyectos, los cuales son sustentados por los estudiantes en el aula de clase



Fig. 1. Estructura de la plataforma.

La figura 2 presenta un ejemplo de cuaderno de Google Colab, los estudiantes ingresan el código y van compilando en tiempo real, en caso de tener errores, se presenta un mensaje en la parte inferior para que realicen los ajustes.

```

8. Entrada_de_Datos_desde_el_Teclado.ipynb
Archivo  Editar  Ver  Insertar  Entorno de ejecución  Herramientas  Ayuda

+ Código  + Texto

palabra = input("Introduce una palabra: ")
Introduce una palabra: Python

[2] num_int = int(input("Introduce un número entero: "))
Introduce un número entero: 38
    
```

Fig. 2. Cuaderno de Google Colab

En la tabla 1 se presenta el resultado del cuestionario de satisfacción realizado a 70 estudiantes que hicieron uso de esta plataforma durante el semestre 2022-02 y 2023-01 en el curso de fundamentos de Python ofrecido en la Universidad Católica Luis Amigó. En el cuestionario se indaga por aspectos relacionados con el contenido del curso, las entregas, los recursos, la organización, la aplicación práctica y la experiencia general. Las preguntas se evaluaron con una escala tipo Likert (TD=Totalmente en Desacuerdo, ED=En desacuerdo, N=Neutral, DA=De Acuerdo y TA=Totalmente de Acuerdo). A nivel general, de la tabla 1 se puede apreciar la buena apreciación por parte de los estudiantes sobre el uso de esta plataforma.

Tabla 1. Cuestionario de satisfacción de los estudiantes de Python

Pregunta	TD	ED	N	DA	TA
P1. ¿Está satisfecho con el contenido general del curso de programación Python en la plataforma virtual?				12	58
P2. ¿Los temas o conceptos específicos del curso se presentaron de manera correcta?				9	61
P3. ¿Hay algún tema o concepto que haya sentido que falta o que necesita una cobertura más profunda?	49	21			
P4. ¿Está satisfecho con el método de entrega de las actividades utilizado en el curso (Cuadernos de Colab)?				11	59
P5. ¿Las sesiones magistrales fueron claras y fáciles de entender?				8	62
P6. ¿Le resultaron útiles los ejercicios prácticos y las tareas para reforzar su aprendizaje?				14	56
P7. ¿El ritmo y el nivel de dificultad del curso fueron apropiados para su nivel de habilidad?				18	52
P8. ¿Está satisfecho con el estilo de enseñanza y la eficacia del profesor del curso?				8	62
P9. ¿El instructor demostró un buen conocimiento del lenguaje de programación Python?				5	65
P10. ¿Sus preguntas y dudas fueron abordadas de manera efectiva por el profesor del curso?				2	68
P11. ¿Está satisfecho con la disponibilidad y utilidad de los materiales del curso (diapositivas, códigos)?				5	65
P12. ¿Hubo recursos o herramientas adicionales que deseaba que se le proporcionaran para mejorar su experiencia de aprendizaje?	12	58			
P13. ¿El curso estuvo bien organizado y estructurado?				7	63
P14. ¿El orden de los temas fue lógico y secuencial?				8	62

P15. ¿Los conceptos aprendidos son aplicables en proyectos del mundo real o tareas de codificación personales?	5	65
P16. En general, ¿Quedó satisfecho con este curso de programación Python?	8	62
P17. ¿Recomendaría este curso a otros estudiantes interesados en aprender Python?	2	68

3. Conclusiones

El uso de esta PEV para la enseñanza del lenguaje de programación Python, ha contribuido al mejoramiento del desempeño académico, se evidencia en los estudiantes una mayor motivación y buena disposición por aprender este lenguaje de programación. Una de las principales ventajas de esta plataforma fuera de ser gratuita, es la posibilidad que tienen los estudiantes de acceder a los recursos y material didáctico del curso en cualquier momento y lugar, lo que incentiva el autoaprendizaje.

Del cuestionario de satisfacción se identificó que de los 70 estudiantes encuestados la totalidad estuvo a gusto con el uso de la plataforma. En general, el uso de Google Colab fue una estrategia de éxito que incentivó el uso de la plataforma para que los estudiantes aprendieran Python, debido a su facilidad de acceso, funciones de colaboración, recursos computacionales y entorno integrado de Jupyter Notebook. Esta herramienta puede ser particularmente beneficiosa en entornos educativos donde los estudiantes pueden tener diferentes especificaciones de hardware o enfrentar desafíos con las instalaciones de software.

4. Referencias

- [1] Vallejo, W., Díaz-Uribe, C., y Fajardo, C. «Google Colab and virtual simulations: practical e-learning tools to support the teaching of thermodynamics and to introduce coding to students, » *ACS Omega*, vol. 7, n° 8, 7421-7429, 2022.
- [2] Zamora-Antuñano, M. A., Rodríguez-Reséndiz, J., Cruz-Pérez, M. A., Rodríguez Reséndiz, H., Paredes-García, W. J., y Díaz, J. A. G. «Teachers' perception in selecting virtual learning platforms: A case of Mexican higher education during the COVID-19 crisis, » *Sustainability*, vol. 14, n° 1, 195-214, 2021.
- [3] Mehta, R., y Sharma, K. A. «Use of learning platforms for quality improvement, » *Indian Pediatrics*, vol. 55, 803-808, 2018.
- [4] Kuroki, M. «Using Python and Google Colab to teach undergraduate micro-economic theory, » *International Review of Economics Education*, vol. 38, 100225, 2021.

Análisis social empleando TIC, estadística e inglés como recurso didáctico para el aprendizaje en el aula

Lidia Caña¹, Norma Covarrubias²

¹Licenciatura en Educación Primaria. Universidad Simón Bolívar (México)
lidia@usb.edu.mx

²Colegio de Informática. Universidad Nacional Autónoma de México (México)
norma.covarrubias@enp.unam.mx

Resumen. Este artículo presenta un estudio descriptivo sobre la práctica reflexiva en la aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), la estadística y el idioma inglés, utilizando la metodología de la investigación aplicada en problemas de ámbito social en los que se interesaron los alumnos de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP-UNAM) el ciclo escolar 2022-23, desde la elección, aprendizaje y uso de herramientas tecnológicas y fórmulas estadísticas, hasta la elaboración de un reporte de investigación social en el idioma inglés y su exposición. Este trabajo les ayudó a la reflexión de su aprendizaje de las TIC, análisis de datos y el manejo y dominio de la lengua extranjera.

Palabras clave: TIC, práctica reflexiva, estadística, reflexión de aprendizaje, análisis de datos.

1. Introducción

El objetivo de esta investigación de tipo cualitativa/expost-facto fue realizar un estudio descriptivo sobre los elementos que los alumnos inscritos en el periodo escolar 2022-2023 de la ENP-UNAM integran en el desarrollo de un proyecto de investigación social de problemáticas propias de la sociedad mexicana, en la etapa de la adolescencia, promoviendo un pensamiento analítico y reflexivo, seleccionando herramientas TIC apropiadas para el desarrollo de la investigación, así como indicadores, fórmulas estadísticas y los conocimientos del idioma inglés para la redacción del reporte de la investigación y la socialización de los resultados. Como vemos en Bisquerra, R. (2004), según Fox, "son propios de las primeras etapas del desarrollo de la investigación, nos proporcionan hechos y datos y nos preparan el camino para la configuración de nuevas teorías o investigaciones".

Las experiencias narradas y revisadas de otras investigaciones sobre integrar la estadística en el desarrollo de proyectos en el cual el principal objetivo es a) atender las necesidades académicas del estudiante, b) los contenidos que desea aprender; c) diversificar su ambiente de aprendizaje con visiones multidisciplinarias; d) procesos innovadores que lo formen para desempeñar con calidad su profesión. La Universidad Veracruzana reporta que la diversidad de actividades en espacios físicos dentro y fuera de las aulas desarrollan saberes de temáticas relevantes y de actualidad para una mejor formación académica y profesional, obteniendo una "riqueza de la calidad de la

investigación aplicando las herramientas estadísticas pertinentes, con la finalidad de explicar y entender distintos fenómenos de la realidad social, económica, política, etc. Su uso pertinente apoya a la eficaz recolección de datos e información, interpretación de resultados y presentación clara de las conclusiones e inferencias que apoyen la toma de decisiones de quien esté realizando proyectos de investigación.” [1] . Otros estudios sobre la importancia de la Tecnología de la Información aplicada a la estadística en el área Pedagógica en la Universidad Pedagógica Nacional en México establecen que “Las TIC se presentan en forma de diferentes herramientas como una hoja de Excel en la que se facilita la integración de datos y el cálculo de fórmulas matemáticas automáticas las cuales permiten ahorrar tiempo en la aplicación de estas.” [2]

Por tal motivo en esta investigación se ha dividido en 3 fases: [3]Planeación de la investigación, en donde se describen los pasos que va a llevar a cabo en la investigación, la selección del tema relevante social de su entorno, [4] así como la toma de decisiones, pues se hace reflexionar y determinar al estudiante qué pasos va a seguir en la organización de su pensamiento de un mundo de ideas, así como lo argumenta Ackoff y Miler (1977) donde dicen “que una investigación tiene bases sólidas en su justificación cuando contempla la conveniencia, relevancia social, implicaciones prácticas, valor teórico y utilidad metodológica científica”. La fase 2 atiende la necesidad de computarizar los datos y representaciones gráficas y se toma la decisión de las herramientas TIC que se requieren para el desarrollo de la misma y [5] Redacción y de reporte de resultados y socialización digital en el idioma inglés, utilizando herramientas colaborativas del internet 2.0 para trabajo a distancia, así como sus conocimientos previos del idioma y la aplicación de las clases del mismo.

Cada una de las fases propuestas en esta investigación lleva una particularidad de aprendizaje hacia los estudiantes en donde se predomina la autorregulación para la profundización del conocimiento teórico, práctico y tecnológico el cual ocupará con base en su vida académica y profesional.

Con este modelo, y basado en la experiencia de los estudiantes de ENP-UNAM inscritos en el ciclo escolar 2022-23, implementamos la siguiente metodología:

Etapa 1: Desarrollo y aplicación de la metodología de la investigación, iniciando como una explicación sobre este tema y llevándolo a la práctica. Al iniciar con la introducción a la metodología bajo sus lineamientos: a) Explicación detallada de los pasos de la metodología, b) se pide que identifiquen qué tema de ámbito social les es interesante a los estudiantes para desarrollar, viendo la viabilidad en la obtención de datos, el objetivo que desea alcanzar y cada uno de los pasos de inicio para la investigación; una vez realizado lo anterior, se realiza el instrumento de investigación, con vista a ser automatizado, para posteriormente aplicarlo a la población o muestra (previamente calculado por método estadístico).

Etapa 2: Análisis y organización de la información con TIC. Atendiendo la necesidad de identificar las TIC requeridas, para realizar esta etapa el estudiante codificó y analizó los datos decidiendo utilizar en su mayoría las herramientas de Google para poder trabajar a distancia y recoger los datos con mayor facilidad, por lo que se utilizó el formulario de Google para aplicar el cuestionario, la Hoja de Cálculo (así como Excel en su mayoría) para la utilización de fórmulas estadísticas de los datos

previamente tabulados y codificados así como la elaboración de gráficas de los resultados; la aplicación de Word para la redacción del reporte en forma grupal. Por último, llevaron ante los resultados de su investigación, una reflexión en equipo e individual.

Etapa 3: Traducción al idioma inglés. Al tener listo su documento es tiempo de traducirlo en su totalidad al otro idioma, aunque es importante comentar que algunos estudiantes hicieron el documento simultáneamente en el idioma solicitado. Para concluir esta fase se realizó el resumen de los resultados para la socialización en el aula, mediante un presentador digital (el estudiante decidió según su gusto: PowerPoint, Genially, Canva o Google).

Etapa 4: Presentación de resultados. Fueron 15 los trabajos presentados, los cuales abordaron temas sobre salud mental, violencia de género, rechazo estudiantil, continuidad de los estudios universitarios, costos de comida, actividad física de estudiantes, etc. Entregaron el reporte en Word, mismo que presentaron de forma presencial y entregaron en Google Classroom como evidencia.



Fig1. Evidencia fase 1 pasos de la investigación

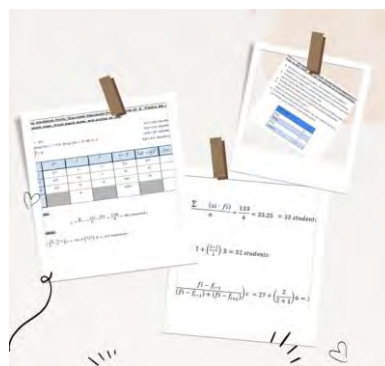


Fig. 2. Análisis y traducción de la investigación

2. Resultados de la investigación

La población participante de la ENP-UNAM, son de diferentes niveles de formación académica, en su mayoría los estudiantes no habían participado en forma conjunta con la utilización de las TIC, las matemáticas y el idioma inglés, añadido a los tres aspectos anteriores la metodología de investigación. Los comentarios que hicieron fueron que la experiencia estuvo interesante aunque ardua en el aspecto de romper barreras del aula en donde se sentían haciendo re trabajo de la vida real por la forma en la cual se llevó el trabajo, añadieron a esto la elección de las herramientas tecnológicas TIC les fue de gran utilidad para su formación académica y profesional, pues saben que cuando estén

en el campo laboral no tendrán guía alguna para poder elegir la mejor opción de la gama de herramientas tecnológicas que surgen día con día. La traducción del reporte les creó conflicto, pero se sentían satisfechos con los resultados, en este caso algunos de los equipos que no lo hicieron en motus propia sino con traductor digital, comentaron en su experiencia que no era grato la utilización con dicha herramienta, ya que no les deja el aprendizaje del idioma. Concluyendo que los resultados del uso de las TIC apoyan sus conocimientos integrando saberes y diferentes disciplinas las cuales están relacionadas integralmente en su aprendizaje, sumando a la reflexión de ponerse a estudiar idiomas.

3. Conclusiones

La utilidad de las TIC seleccionadas hacen que los datos de recolección sean utilizados de una manera efectiva, eficiente y rápida para el análisis de los mismos llegando a la reflexión y la experiencia de casos fuera del aula para su formación académica y profesional, donde llevan a un aprendizaje situado en el tiempo y época.

Este espacio resultó una apertura para el seguir desarrollando habilidades en el uso de las TIC, en el dominio del idioma inglés, así como también la importancia de la estadística en la vida cotidiana y en su vida profesional en los estudiantes de ENP-UNAM. La combinación de TIC, la Estadística y el idioma inglés en una clase, se presenta como una experiencia de aprendizaje innovadora basada en la metodología de investigación. La metodología de investigación proporciona un enfoque práctico y colaborativo que fomenta la resolución de problemas y el pensamiento crítico. La integración de estas áreas en el aula promueve un aprendizaje significativo y contextualizado, preparando a los estudiantes para los desafíos del mundo actual.

4. Referencias

- [1] D. D. del Callejo-Canal y M. E. Canal Martínez, «Experiencia Educativa: ¿Cómo aplicar la estadística en proyectos de investigación?,» Universidad Veracruzana, 2017.
- [2] M. G. Martínez Rangel, «Tesis: Enseñanza de la estadística con nuevas tecnologías,» 2009. [En línea]. Available: <http://200.23.113.51/pdf/25966.pdf>. [Último acceso: Septiembre 2022].
- [3] Fundación Universitaria Panamericana, «Guía para la elaboración y presentación de proyectos de investigación».
- [4] G. J. Posada Hernández, Elementos básicos de estadística descriptiva para el análisis de datos [recurso electrónico], Medellín: Funlam, 2016.
- [5] DGTIC, UNAM, «Matriz de habilidades digitales,» Ciudad de México, 2016.

Huellas de las TIC en la formación del investigador

Dilia Monasterio 1, Marisela Fernández 2, Tamar Ortigoza 3

1 Universidad Central de Venezuela (Venezuela)

ailidadm@gmail.com

2 Asesora Curricular. (Chile)

mariselachiquire@gmail.com

3 Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana. (Venezuela)

thaorve@gmail.com

Resumen. El avance tecnológico facilita prácticas antiéticas que deben controlarse para garantizar una formación ética de los investigadores, representando un problema tanto para el investigador, como para la institución académica y la sociedad. Las TIC tienen un impacto positivo al facilitar el acceso a información, pero también negativo al propiciar el plagio. El objetivo de esta investigación es explicar las huellas que dejan las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la formación del investigador en las universidades de Caracas y el Estado Miranda. Mediante un enfoque cualitativo, se realizaron entrevistas a 18 estudiantes de doctorado de 9 universidades públicas. El análisis de los datos se fundamentó en la fenomenología social para interpretar los significados y significaciones que emergieron del discurso de los participantes. Los resultados revelaron 3 significaciones principales: ética, inteligencia humana y conciencia tecnológica. La ética, con énfasis en el plagio académico, obtuvo la mayor frecuencia de evocación (47,62%) resaltando la importancia de los valores en la investigación. La inteligencia humana se vinculó a procesos cognitivos como pensar, procesar información y el manejo de tecnologías emergentes (33,33%). La conciencia tecnológica aludió al conocimiento para utilizar responsablemente las TIC (19,05%). En conclusión, la era digital impacta positiva y negativamente la formación investigativa. Las universidades deben fortalecer las huellas positivas como la ética y prevenir las negativas como el plagio, para desarrollar investigadores integrales que produzcan ciencia, tecnología e innovación.

Palabras clave: Tecnologías de la información y la comunicación. Formación de investigadores. Ética. Inteligencia humana, Conciencia tecnológica.

1. Introducción

La naturaleza de esta investigación precisa situar el qué y el para qué en este estudio; implica comprender qué trascendencia tiene la era digital en la formación del investigador en las Universidades venezolanas como capital científico y técnico de

una nación, para coadyuvar a la calidad de vida y bienestar de las personas en tiempos de neomodernidad. En palabras de Marc Augé “neomodernidad para entender este tiempo que ya entraba en un ciclo de transformación sin pausa”. Para el autor “La tecnología nos atrapa, igual que el futuro. Es un recurso, es decir, un medio y no un fin” [1].

Para sustentar la idea anterior, en un primer momento se hace referencia a Marc Augé cuando escribe que “Los medios, las nuevas tecnologías, cambian las relaciones. Pero, ¿son realmente las mismas relaciones cuando se habla de comunicación?” y advierte “El problema es que pueden dar la ilusión de que están en un mundo per se, como una realidad empírica global, eso es un problema” [2]. En relación a la realidad empírica, diversos pensadores coinciden que ésta nace de la percepción del ser humano sin recurrir a ninguna ciencia, por tanto está cimentada en la práctica, surge de la experiencia y de la observación de los hechos.

En la actualidad, la educación Superior (en Venezuela, Educación Universitaria), se caracteriza por un fuerte componente digital. En esta era de Internet, las tecnologías de la información y la comunicación (en adelante las TIC) y la conectividad de las redes, prescriben las nuevas formas de educación. Kevin Ashton visionaba que Internet de las Cosas (IoT), “estaba dando cuenta del vertiginoso desarrollo tecnológico en que nos encontrábamos inmersos. A pesar de que el gran público no lo hubiera notado de inmediato, se estaba gestando un nuevo paradigma que cambiaría radicalmente el modo de ver el mundo”. Ashton en el 2009, declara que tal ha sido la evolución de la Internet de las cosas, que “los ordenadores actuales —y, por tanto, Internet— son prácticamente dependientes de los seres humanos para recabar información” [3].

Este ser humano, estudiante universitario requiere de la tecnología como herramienta fundamental en el mundo de su formación como investigador, sin embargo, se debe rescatar que el centro de toda esta revolución es el mismo ser humano, tal como lo expresa Marc Augé [4] la “Tecnología no es bienestar”. Asimismo, se reconoce lo expuesto por Dignum que “Si bien es cierto que la humanidad la ha creado, la tecnología está redefiniendo la propia sociedad e incluso lo que significa ser “humano”. Las tecnologías digitales afectan a valores humanos esenciales como la autonomía, el control, la seguridad” [5].

El autor agrega que perturba la privacidad, la dignidad, la justicia y las estructuras de poder. “El desarrollo tecnológico es una especie de proceso evolutivo en el que los humanos y la tecnología evolucionamos de manera simbiótica y creamos tanto nuevas oportunidades como nuevos riesgos. Creamos la tecnología, pero luego la tecnología nos recrea” [5] En esta sentido, la formación de los investigadores en la sociedad actual, retomando a Rotenberg [4], no debe ser solo un instrumento mecánico para facilitar el conocimiento.

La formación de los investigadores está imbricada a la cultura y a los requerimientos que la época, el tipo de sociedad que reclama el país y la región en cuanto a la formación de recurso humano necesario para la Investigación y desarrollo (I+D). Esta condición es esencial, tanto para comprender el proceso de formación que se lleva a cabo para lograr la transformación esperada de los futuros investigadores.

Enseñar a investigar sobrepasa a los cursos, talleres o seminarios de metodología de investigación científica, ya que los eventos didácticos sobre metodología son importantes, pero la enseñanza de la investigación científica no puede reducirse a

ellos. La formación de un investigador es mucho más que el buen resultado del aprovechamiento de los conocimientos adquiridos en los referidos cursos. Los cursos de metodología han sido sobrevalorados y se sugiere que hay que evaluar de manera exhaustiva y rigurosa sus límites y su alcance [6].

La formación en la práctica investigativa, es posible plantearla como proceso formal de la formación para la investigación, mediante el cual el estudiante aprendiz o aspirante a investigador va aprendiendo a investigar con el apoyo de sus profesores, agregando ahora las herramientas tecnológicas actuales [7].

En este contexto, plantea Stalman que si la inteligencia artificial está “dando sus primeros pasos, la ética que la conformará se encuentra todavía en una etapa embrionaria. Es por ello que el dilema ético al que nos enfrentaremos empieza recién ahora a generar interés en algunos sectores y preocupación en otros” [8]. Esta preocupación conlleva a reconocer que las TIC's impactan los diversos ámbitos de la vida humana por las características que aportan a la sociedad, son herramienta imprescindibles pero su uso demanda de fronteras éticas claramente definidas en la investigación.

De lo anterior se expresa que los cambios de la formación universitaria, ante la cuarta revolución industrial (RI-4), deben estar enmarcados dentro de los principios que promueven la formación de un hombre integral, con sentido ético, sensibilidad humana y con una visión colectiva, capaz de insertarse en la sociedad en forma participativa, protagónica y transformacional, para la mejora de la investigación y desarrollo. Houssay, “resalta que de la investigación científica dependen la salud, el bienestar, la riqueza, el poder y hasta la independencia de las naciones” [9].

De esta manera, las TIC deben ser habilitadoras de este nuevo paradigma en la formación de los investigadores cursantes de un doctorado, ubicados en el máximo nivel de formación alcanzado en las universidades (véase Investigadores por nivel de formación, incluyendo los becarios de I+D o de doctorado), “Este indicador identifica la distribución de los investigadores según su máximo nivel de formación alcanzado”(p.153) y de donde se espera que los futuros egresados de una disciplina, tengan la capacidad de realizar investigación, contribuir a resolver una problemática, realizar un hallazgo o responder a una o más interrogantes de la disciplina y contribuir así al desarrollo del conocimiento con nuevos conocimientos y, finalmente contribuir a I+D [10].

2. Objetivos del estudio

Objetivo general: Explicar las huellas que dejan las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la formación del investigador.

Objetivos específicos: 1. Comprender los significados atribuidos por los estudiantes de doctorado al uso de las TIC en su formación investigativa; 2. Interpretar las significaciones emergentes sobre el impacto de las TIC en la investigación universitaria según la perspectiva de los estudiantes; 3. Analizar la frecuencia de aparición de significaciones positivas y negativas vinculadas al uso de las TIC en la formación

investigativa; 4. Describir las huellas positivas y negativas que dejan las TIC en el desarrollo de competencias investigativas de los futuros egresados de doctorados.

3. Materiales y métodos

En atención al contexto del estudio, está conformado por las Universidades públicas venezolanas de acuerdo a la Ley de Universidades [11]. Las unidades de análisis del estudio quedaron conformadas por nueve (09) Universidades venezolanas con programas doctorales, siendo el contexto donde se recopilan los datos el área comprendida por el Distrito Capital y el Edo. Miranda. La muestra es de 18 sujetos, la entrevista estuvo conformada por 1 pregunta generadora y las respuestas emitidas por los sujetos así como las Unidades de análisis, estuvieron amparadas en lo dispuesto en la Declaración Universal de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [12].

Los “Datos cualitativos fueron producidos por la entrevista, que posteriormente se presentaron como datos cuantitativos para producir la información y para producir conocimiento, mediante el uso del lenguaje resultado de la respuesta a la pregunta: ¿Cómo las TIC coadyuvan a la formación del investigador a nivel de los doctorados en ciencias sociales y otros asociada a las humanidades?

La argumentación, el análisis de los datos y la discusión, se realizaron con base a la fenomenología social en la búsqueda de la significación que nace o se deduce de la interacción social, es decir que los hombres se comportan para con las cosas a base de la significación que tienen para ellos. “Cosas” son denominadas todo lo que el hombre escapa de percibir [13]. Se entiende por significación el contenido significativo o dotación de sentido correspondiente a las palabras emitidas por los sujetos en la entrevista. El significado es entonces el referente relacionado con el signo creado en el proceso de significación.

4. Resultados

En este apartado se presentan resultados inscritos en el cuerpo del texto como una huella tras la narrativa de los estudiantes de doctorados sobre el uso de las TIC; seguir el rastro que deja su formación como investigador hace posible ver elementos imbricados a ese proceso complejo denominado investigación. En esta búsqueda se encontraron los siguientes resultados:

Tabla 1. Significados y Significaciones

Significado	Fc	%	Significación
Prácticas antiéticas	7	8,33	
Ilegalidad- Delito	6	7,14	
Incremento de plagio en la investigación	10	11,90	
Plagio electrónico	7	8,33	
Moral	1	1,19	
Plagio en los trabajos	1	1,19	

Responsabilidad	1	1,19	Ética
Honestidad	5	5,95	
Oportunidad	1	1,19	
Principios Bioéticos	1	1,19	
Poca experiencia con la TIC	2	2,38	
Distanciamiento de la realidad	1	1,19	Conciencia
Inconciencia con el uso de las TIC	3	3,57	
Reflexión ante el uso de las TIC.	1	1,19	
Capacidad para actuar sobre las TIC	4	4,76	
Sentido para actuar con las TIC	2	2,38	
Estado mental al momento de usar las TIC	3	3,57	
Manejo de las tecnologías emergentes	5	5,95	
Procesos cognitivos	8	9,52	Inteligencia
Artificial	2	2,38	
Capacidad de pensar	6	7,14	
Procesar información	7	8,33	
Total:22	Total: 84	Total: 100	Total: 3

La tabla N° 1 refleja la emergencia de 22 significados que fueron evocados 84 veces desde las voces de los sujetos, partiendo que “La tarea fenomenológica se fundamenta en la destrucción, lo que implica mirar más allá del significado cotidiano y normal de la vida para ver el significado más grande en el ser”. El significado es entonces el referente relacionado con el signo creado en el proceso de significación sobre las TIC en la formación del investigador [14]. En esta orden, los 22 significados fueron reagrupados en 3 significaciones; el término significación se deriva de la “palabra significado y tiene varias acepciones entre las que se pueden mencionar: acción y resultado de significar. Sentido, significado de una palabra, una frase, un símbolo, o cualquier otra manifestación humana. Objeto que se significa. Importancia, valor, relevancia” [15]

En esta línea, se revelan tres significaciones (Conciencia-Ética-Inteligencia). Por tanto, estas significaciones se asumen como huellas que imprime la actividad investigativa de los futuros profesionales:

3.1. Ética en la formación de los investigadores, agrupa 10 significados que representan el 47,62% del 100% de los significados (84) revelados como coadyuvante en el proceso investigativo. Esta huella da cuenta de la importancia de principios y valores, no obstante, el plagio es evocado como uno los significados más importantes en relación a las prácticas antiéticas. Estos resultados coinciden con Domínguez, Pérez y Quiroz cuando expresan que el “Plagio Académico no algo nuevo, y se ha documentado que no escapa a ningún nivel educativo ni actividad profesional de investigación”. Es así como el uso de las TIC, a pesar de sus grandes beneficios, ha facilitado la recurrencia de prácticas condenables como el ciberplagio [16].

3.2. Inteligencia humana, agrupa 7 significados que representan el 33,33% del 100%. Los estudiantes de doctorado reconocen que en el desarrollo de sus investigaciones, tienen el reto de utilizar su inteligencia; así lo reconocen cuando expresan que los procesos cognitivos, seguido de la capacidad de procesar información y la capacidad de pensar son esenciales en la práctica investigativa. Igualmente considera el manejo de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, está vinculada a la inteligencia humana, abriendo una arista para nuevas investigaciones. De esta manera, la Inteligencia humana es una huella que parece difusa.

3.3. Conciencia, reúne 7 significados que representan el 19,05% del 100% de los significados (84) manifestados por los sujetos como determinante en el proceso investigativo. La conciencia se explica a través del conocimiento que los estudiantes tienen para ejecutar ante los medios y herramientas digitales. La frecuencia más alta de los significados de esta huella, se ubicó en la Capacidad para actuar sobre las TIC, por tanto, los estudiantes reconocen la conciencia como conocimiento, determinante para su uso eficaz y responsable.

En síntesis, se revela un porcentaje significativo de las huellas negativas y un menor porcentaje de las huellas positivas que dejan las TIC en el desarrollo de competencias investigativas de los futuros egresados de doctorados. Estos resultados dan cuenta de la contradicción que se genera cuando se está presenta ante fenómenos complejos, como es la ética. Por tanto, muestran los antagonismos (altruismo egoísmo) del ser humano ante su accionar ante la IA, el egocentrismo como una condición humana haría inviable la comprensión de la ética, de hecho que toda mirada sobre la ética debe reconocer el carácter vital del egocentrismo, así como la potencialidad fundamental de desarrollar el altruismo.

En Monasterio, el carácter imperativo de la ética surge del entramado creado entre tres fuentes, la primera asociada a los aspectos del interior del individuo o su ánimo a «la conminación de un deber»; la segunda imbricada a la cultura, las creencias y las normas de la comunidad, y la tercera «surgida de la organización viviente, transmitida genéticamente». (p. 23). [17]. En síntesis, estas tecnologías demandan para su aplicación “gobernanza éticas” [18]

5. Conclusiones

Los estudiantes de doctorado otorgan diversos significados al uso de las TIC en su formación investigativa, destacando la ética, la inteligencia humana y la conciencia tecnológica como principales. Las significaciones emergentes en el discurso estudiantil evidencian que la era digital tiene un impacto tanto positivo como negativo en su formación como investigadores. Por otra parte, la significación ética, específicamente los señalamientos sobre plagio académico, presenta la mayor frecuencia de aparición como aspecto problemático derivado del uso de las TIC.

Sin embargo, aunque las TIC facilitan el acceso a información, también propician prácticas antiéticas que deben controlarse para garantizar una formación íntegra de los futuros investigadores y la generación de nuevo conocimiento. Las conclusiones resaltan los significados otorgados a las TIC, su impacto positivo y negativo evidenciado en las significaciones discursivas, la recurrencia de la problemática ética y la necesidad de que las universidades gestionen el uso responsable de las TIC para una adecuada formación investigativa.

Ante esta realidad se sugiere que la formación de los futuros investigadores para la ciencia y la tecnología debe ser concebida como un elemento estratégico en los países en “vías de desarrollo”; por tanto, se reconoce que los avances tecnológicos coadyuvan a este aspecto y facilitan el acceso a la información impactado positivamente las prácticas investigativas de los estudiantes de doctorado. Sin embargo, esta revolución

tecnológica ha tenido un impacto negativo donde se aprecian prácticas éticamente incorrectas.

En consecuencia, la era digital se presenta como otro problema a enfrentar ante la naturaleza dual del hombre que nos plantea Morin. Ante esta realidad, las Universidades deben reconocer y repensar las huellas positivas y negativas que están dejando las TIC en la formación del investigador, revalorizar las huellas que marcan la construcción de conocimiento que derive en la producción de ciencia, tecnología e innovación, y prevenir así como corregir aquellas trazas que están dando cuenta de una conciencia.

6. Referencias

- [1] News.EsEuro (2023). Ha muerto Marc Augé, el filósofo autor de una influyente teoría sobre los “no lugares”. [En línea]. Available: <https://news.eseuro.com/salud/2002501.html>. [Último acceso: 25 07 2023].
- [2] Yanke, R (2018). Marc Augé: "La tecnología y el futuro nos atrapan y nos absorben" El Mundo. Madrid. Available: <https://www.elmundo.es/papel/cultura/2018/10/27/5bd33bf4e2704e73718b4599.html>. [Último acceso: 10 05 2020].
- [3] Sorrentino, P. (2018). Ciberespacio, Ciberseguridad y Ciberdefensa. (Confrontación de vulnerabilidades vs. agresiones como base de desarrollo de un Sistema Integrado de Ciberdefensa). Boletín del Centro Naval. República Argentina. Difundiendo Conferencias. [En línea]. Available: <https://www.centronaval.org.ar/boletin/BCN848/848-CONFERENCIA-SORRENTINO.pdf> [Último acceso: 12 11 2022].
- [4] Rotenberg, A. (2023). Aprendemos juntos 2030. [En línea]. Available: <https://www.instagram.com/reel/Ctqg7Grt798/?igshid=Mtc4MmMlYml2Ng%3D%3D>. [Último acceso: 10 08]
- [5] Dignum, V (2021). El papel de los seres humanos en la sociedad digital. Tecnología, Transformación Digital. Opinión. El País. [En línea]. Available: <https://elpais.com/tecnologia/2021-03-05/el-papel-de-los-seres-humanos-en-la-sociedad-digital.html>. [Último acceso: 16 01 2022]. [Último acceso: 16 01 2022]
- [6] Sánchez, P. (1991). Enseñar a investigar. Una didáctica nueva de la investigación en ciencias sociales y humanidades. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. México.
- [7] Dagluck, A. (2007). La Investigación como eje Transversal del Proyecto de Carrera Educación Integral de la UNEG. Ciudad Bolívar. Venezuela.
- [8] Stalman, A. (2018) Conciencia tecnológica, [En línea]. Available: <https://telos.fundaciontelefonica.com/wp-content/uploads/2018/09/telos-109-cuaderno-central-tecnoetica-andy-stalman.pdf>. [Último acceso: 12 02 2023].

- [9] Houssay, B. (1960). La investigación científica; Columba; 48. [En línea]. Available: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/125234/AR02675_6_EP123_dER.pdf?sequence=1&isAllowed=y . [Último acceso: 11 11 2022]
- [10] Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), (2022). El estado de la ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.[En línea]. Available: <http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2022/11/EL-ESTADO-DE-LA-CIENCIA-2022.pdf> . [Último acceso: 13 03 2022]
- [11] República de Venezuela. (1970). Ley de Universidades. Caracas-Venezuela
- [12] Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (1997). Declaración sobre la Educación Superior de Dakar. Conferencia General. Paris: Edición UNESCO (1998). Declaración sobre la Educación Superior en América Latina y el Caribe. Conferencia Mundial sobre la Educación. [En línea]. Available: http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm [Último acceso: 13 03 2023]
- [13] Berger, P. L., & Luckmann, T. (2003). La Construcción Social de la Realidad. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu editores S.A. [En: línea]. Available: <https://lideresdeizquierdaprd.files.wordpress.com/2016/06/la-construccion-social-de-la-realidad-thomas-luckmann.pdf>. [Último acceso: 11 02 22]
- [14] Heidegger, M. (1996). El Ser y el Tiempo. Traducido por José Trad. Barcelona: Fondo de Cultura Económica.
- [15] Sánchez Martínez, Y.: "El tema de la significación desde la construcción teórica. Una visión sociocultural de la significación". en Contribuciones a las Ciencias Sociales, Junio 2012, [Documento en línea]. Available: www.eumed.net/rev/cccss/20/ [Último acceso: 18 09 22]
- [16] Domínguez, D.A., Pérez, M.N., & Quiroz, H.A. (2016). La tecnoddependencia, una consecuencia del plagio electrónico de los trabajos académicos: el caso de una universidad privada. Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación, 2(2), 14-29. [Documento en línea]. Available: <https://www.remai.ipn.mx/index.php/REMAI/article/view/16/15> .[Último acceso: 03 05 23]
- [17] Monasterio, D. (2008). Una aproximación a la comprensión de la ética en la gerencia pública. Ensayo y Error. Nueva Etapa. Año XVII. N° 35. Caracas, 2008, pp. 25-47. Universidad Simón Rodríguez. <https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5778742> [Último acceso: 12 05 2023].
- [18] Organización de las Naciones Unidas para la Educación las Ciencias y la Cultura. (2021). Obtenido de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_spa

Conformación de ambientes inmersivos de aprendizaje para la apropiación de nuevos conocimientos a partir de vivencias educativas dentro de la preparatoria 7 de la Universidad de Guadalajara (México)

Luis Valle¹, Ernesto Castellanos²

¹ Sistema de Educación Media Superior, Universidad de Guadalajara (México)
gerardo.valle@academico.udg.mx

² Sistema de Educación Media Superior, Universidad de Guadalajara (México)
castellanos.silva@sems.udg.mx

Resumen. La construcción del aprendizaje siempre será una tarea que implica múltiples esfuerzos conjuntos de los actores que intervienen en la educación, en donde el docente conocedor de los contenidos de enseñanza y su intención de socializarlos a los estudiantes deberá ser capaz de adecuar, fragmentar y mediar el conocimiento para lograr una transformación en los saberes. Por tal motivo se propone una adaptación en la práctica docente mediante la educación vivencial desde la enseñanza inmersiva, un enfoque crítico- creativo que incorpora niveles intelectuales y reflexivos de forma participativa, a través de comunidades de producción que vinculan al docente-estudiante con diversos retos multidisciplinares. El conocimiento al ser caracterizado y virtualizado puede ser abordado de forma sensorial y activa por el estudiante en donde se comprenda una problemática familiar a su contexto, desde situaciones vivenciales y con una interacción protagónica, para que genere sus propias conclusiones y las comparta con sus compañeros de clase.

Palabras clave: Nuevos ambientes de aprendizaje, enseñanza mediada por realidad virtual, educación vivencial, tecnología educativa, ecosistemas tecnológicos educativos, laboratorios de producción inmersivo

1. Introducción

Los tiempos en la actualidad requieren de nuevas formas de entregar y comprender los contenidos educativos [1], lo que requiere una separación gradual de las formas de enseñanza tradicionales pre-digitales [2] para responder a las nuevas demandas del conocimiento de sujetos activos, sensoriales y afectivos. La incorporación de las TIC de forma planificada, en concreto con la realidad virtual para alcanzar una reflexión-acción requerida para la educación del siglo XXI [3], requiere de una formación del docente en las posibilidades y limitantes que se tienen en las tecnologías que centran las posibilidades visuales, sonoras y audiovisuales dentro de su proceso de innovación para su posible adecuación y adopción dentro de sus prácticas pedagógicas cotidianas. Convertir al docente en investigador de métodos de enseñanza es procesos de adecuación y más aún de aceptación de situaciones fuera de la cotidianidad, todo ello en beneficio del estudiante, la

vida que se desarrolla dentro del aula [4] y la profesionalización de la clase [5]. La creación de repositorios inmersivos permitirá crear espacios de interacción con personalidad comunitaria educativa, llenos de situaciones que representan en esencia las interpretaciones que tuvieron docentes y estudiantes de los conocimientos trasladados al mundo virtual [6]. Al conformar comunidades inmersivas de realidad virtual en la co-creación además de alcanzar un nivel de profundidad mayor de comprensión del fenómeno, aumentaran el nivel académico al validar el contenido de forma colaborativa e integral, fragmentan el conocimiento [7] y lo ponen a disposición de estudiantes para su consumo, invitado desde es difusión directa e

indirecta a posibles nuevos miembros y disciplinas interesadas en renovar su práctica educativa. La organización, argumentación y articulación de los temas de la ponencia se representa en el siguiente esquema (Fig. 1).

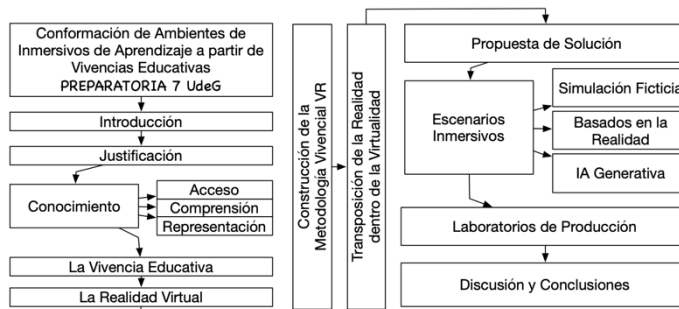


Fig. 1. Esquema de Lógica Argumentativa. Elaboración propia

2. Justificación

La educación tradicional en donde el docente es el orador expositor principal y el estudiante es un actor de escucha permanente que ocasionalmente responde de forma dicotómica (sí o no) a las interrogantes de comprensión del tema, no siempre lleva a la experiencia de aprendizaje que quizás deba tener la generación digital presente en la escuela. Además, es necesario reconocer que los estudiantes que cuentan con diferentes capacidades de aprendizaje, son expuestos de forma grupal y genérica al tema expuesto por el docente, por lo que los conocimientos expuestos no logran trascender en la vivencia cognitiva, aunado a los elementos presentes en su acontecer diario, tales como: distractores (en donde la atención del estudiante es diferente al aprendizaje propuesto por el docente), desinterés del tema, presentación poco innovadora (uso de pizarrón de forma limitada) y de interacción social presentes en el aula, entre otras limitantes propias del contexto.

3. Acceso, comprensión y representación del conocimiento

La búsqueda de aproximaciones y abordajes para los retos educativos que se presentan en el aula debe ser un foco de atención para todos aquellos que integran a la preparatoria n.7 del Sistema de Educación Media Superior; problemáticas que van desde la explicación de conceptos teóricos con bajo nivel pragmático [8], recursos académicos descontextualizados de la realidad que rodea a los estudiantes, poca interacción con elementos análogos (libros), incomunicación de saberes entre docentes-estudiantes o inclusive llegar hasta la ultra-simplificación de los campos del conocimiento para una fácil adopción demeritando la

complejidad de los fenómenos a estudiar. Planteamientos que nos llevan a modificar los ejes de acercamiento para potenciar y actualizar los ambientes de aprendizaje de la mano con el uso de las TIC, con un enfoque de integración pleno con la educación. La formación de estudiantes con la utilización de nuevos medios (híper-textual y multimedia) es una realidad observable y presente en nuestro desarrollo diario, la exposición en formatos digitales afines los objetivos delimitados en los planes de estudio son considerados por muchos docentes como un aumento en la calidad de los contenidos [4], así como una ventana de acceso a grandes cantidades de información almacenadas en internet aplicables a sus procesos de enseñanza. En ese sentido para alcanzar una alfabetización digital se requiere de presencia, exposición y consumo de productos que proyecten el conocimiento y saberes útiles en la formación académica de los estudiantes, por tal motivo se propone la construcción de contenidos desde una metodología vivencial inmersiva [7].

4. La vivencia educativa

La vivencia desde una aproximación educativa, se define como una experiencia de aprendizaje virtual, situado [9] y profundo; a partir de escenarios con narrativas y elementos estratégicamente posicionados para provocar una reacción emocional, cognitiva y reflexiva en los usuarios que los experimentan, todo ello sin reducir la complejidad que deben contener las dimensiones que integran la enseñanza [10]. La posibilidad que ofrece la virtualidad le permite al docente implementar ideas o situaciones educativas sin la necesidad de traslado, acceso restringido, costo elevado o múltiples situaciones que superan las capacidades del centro educativo y que son necesarias de experimentar para poder comprender diversas composiciones de los asuntos educativos necesarios de alcanzar en las diversas unidades de aprendizaje.

5. La realidad virtual

Plantear una revolución en el acceso al conocimiento en la preparatoria 7 no resulta sencillo, es necesario presentar las posibilidades y limitaciones que permitan renovar las prácticas pedagógicas de los docentes, en particular de la curva de adopción tecnológica [11] que representa el valor del uso de la realidad virtual e impacto en el área pragmática, de adopción de nuevas tecnologías aplicables en su pedagogía de enseñanza e innovación como un camino de profesionalización y renovación académica permanente.

6. Construcción de la metodología vivencial VR

Al extender la realidad educativa a espacios virtuales es necesario conocer las nuevas reglas de operación y de exigencias relacionadas a los procesos de enseñanza-aprendizaje [12; 13], además al considerar la participación de múltiples actores es preciso sistematizar las experiencias [14] en cada rubro exitoso que interviene en los procesos y en las recepciones por parte de los consumidores, lo que involucra la gestión colectiva de recursos, ideas, necesidades educativas, disciplinas y actores que participan conjuntamente para la construcción y publicación de conocimiento digital en plataformas de realidad virtual. Chan [15] muestra una postura sistémica que relaciona sistemas de conocimiento con educación virtual y su residencia permanente en los repositorios que caracterizan colaborativamente a los saberes y las capacidades interactivas propias del entorno inmaterial. El desarrollo de la mente y particularmente de la memoria es falible y no siempre puede recuperar la

información que se almacena en ella, ya sea que se restaure de forma incompleta, engañosa, con distorsión o nula [16]. Por ello es necesario formular posibilidades de extensión de los límites naturales de los recuerdos, ya sea en espacios reales de anotación o en espacios virtuales en forma de repositorios inmersivos de aprendizaje (potenciadores neurales), evitando así la sobrecarga cognitiva y habilitando la recursividad en la enseñanza al contar con accesibilidad permanente.

6.1 Encapsulamiento de la realidad y su conversión en experiencias educativas

Las reflexiones vivenciales se componen de actividades, objetivos, posibilidades y dimensiones, comparten a su vez experiencias, valores y conocimientos con cimientos colaborativos que renovarán las experiencias de aprendizaje que se realizan en la preparatoria, transformando los alcances actuales y con intenciones de prolongar los recuerdos a futuro. Los contenidos de los repositorios deben atender las particulares del contexto que se crea dentro de la comunidad estudiantil o inclusive del exclusivo del propio individuo [17], incrementar el dinamismo de su aprendizaje [18], tecnológicamente deben habilitar el rol protagónico y activo de los estudiantes [19], mayor motivación en el aprendizaje [20], además de compromiso, participación y elaboración de insumos que permitan incorporar interesados en la formación de comunidades de producción dentro de laboratorios inmersivos especializados en la Preparatoria 7 de la Universidad de Guadalajara (México). Los ecosistemas resultantes son procesos vivos, flexibles, productivos, de aprendizaje continuo y adaptables a las realidades que los rodean.

6.2 Transposición de la realidad en la virtualidad

Desarrollar nuevas rutas neuronales desde espacios multimodales tridimensionales [21] dentro de escenarios de interacción aislada, protagónica, activa y envolvente con fines educativos, no ofrecida por medios análogos convencionales como libros o páginas web [22], son posibilidades inherentes a la virtualidad si son identificadas y atendidas con el debido respeto por parte de los grupos de colaboración creativa. Sutcliffe [23], aborda al procesamiento de la información como un modelo enfocado en el humano, considera la memoria, atención y el proceso de percepción necesarios para alcanzar la comprensión de los sucesos de los alrededores; al recibir información que se encuentra en el exterior se activa la cognición y las actividades mentales relacionadas al razonamiento, está en nuestra naturaleza darle un significado y construir acciones en base a ello. Blascowich *et al.* [24] indican que la Realidad Virtual permite en los estudiantes participantes una inclusión a situaciones realistas que no pueden ser otorgadas por medios pedagógicos actuales (un libro de texto, por ejemplo), brinda nuevas posibilidades para crear entornos de forma controlada, sin la interferencia de señales que puedan interrumpir el aprendizaje e interrumpir la comprensión del acontecimiento [25]. Becerra *et al.* [21], detallan los procesos para alcanzar un aprendizaje significativo y profundizar la captación de información neuro-cerebral desde las posibilidades que ofrece la realidad virtual, la cual presentan con posibilidades revolucionarias en el ámbito educacional, añaden que es necesario evaluar su impacto en el usuario final, estableciendo las causas y efectos de la tecnología en la calidad de la educación recibida.

7. Propuesta de solución

La Realidad Virtual, estimula la corteza cerebral al aislarla del mundo real [26] a través de imágenes proyectadas dentro de espacios para la interacción virtual, una varios sentidos de manera simultánea, lo que ayuda a la concentración. Las temáticas educativas que se requieren abordar desde el plan de estudios (que cumplan con las posibilidades de transposición definidos por los laboratorios y con las narrativas pertinentes), deben ser mostradas de manera tridimensional (3D) o desde una proyección equirrectangular para tecnologías en 360°, en total similitud a la realidad que nos rodea y dejar de ser restringidas a dos dimensiones (2D) que limitan la capacidad y reducen el aprendizaje y comprensión de situaciones complejas [27].. Al modelar y caracterizar las acciones de enseñanza-aprendizaje vivenciales en los laboratorios de producción, se identifican las interacciones dinámicas causales que generan reacciones en el desarrollo de los procesos que intervienen al construir los escenarios educativos inmateriales. Las soluciones que la realidad virtual y sus productos obtenidos ofrecen a los propósitos educativos, van desde la construcción del conocimiento y el desarrollo meta- cognitivo de los procesos que intervienen tanto en quien colabora en los laboratorios de producción (con un entendimiento profundo de las diferentes fases que los componen), como el usuario-estudiante que los consume (de tal manera que se aísla de la realidad por unos minutos y se posiciona en un espacio virtual con situaciones de aprendizaje). Además, se reducen las barreras de exploración de lugares inaccesibles, peligrosos, costosos o inexistentes en la actualidad [28], que en muchas ocasiones limitan las posibilidades del docente en su presentación dentro del aula y más aún imposibilitan al estudiante a generar el recuerdo de un objeto o situación que contaba con carencias en su presentación o no era el camino natural de comprensión.

7.1 Escenarios inmersivos

Las tres posibilidades de aplicación que permiten la reestructuración de los conceptos clave de enseñanza, aprendizaje y educación que se han considerado en la conformación de repositorios para los ambientes y comunidades de producción-consumo, pueden ser creadas en la propia aula donde los docentes imparten cátedra o desde el propio laboratorio de aprendizaje inmersivo y realidad virtual ubicado en la biblioteca “Juan Rulfo”. Los productos requieren de la interacción a través de la realidad virtual y posicionan al estudiante desde una vista protagónica en primera persona, cuentan con diferentes niveles de exploración e interacción, pueden ser accedidas desde páginas web o reproductores de realidad virtual, las categorías, alcances y viabilidad de incorporación se precisan a continuación: Simulación ficticia: Los ambientes virtuales son herramientas de gran valía para complementar la educación, es una representación de características físicas para situaciones académicas. Dependiendo de la similitud a la realidad puede generar una sensación de aceptación o de rechazo por parte de los estudiantes, para ello requiere de un motor gráfico 3D (en donde se consideran las dimensiones X, Y, Z); Basada en la realidad: La grabación en 360 grados desde dispositivos especializados son capaces de capturar escenarios completos desde la posición de la cámara [7], lo que además permite establecer puntos estratégicos de visión, para que a su vez puedan ser explorados en todas direcciones, ya que se posibilita la rotación por medio de giroscopio (cambio de orientación del espacio)

a través del celular (visor) que proyecta las imágenes por medio de la realidad virtual, lo que ayuda a presentar contenido inmersivo y a su vez generar experiencias vivenciales. La captura en 360° es posible a partir de dos o más cámaras con lentes que permiten ampliar el ángulo de visión y que posteriormente es unido por el uso de software para poder ser proyectado de forma cilíndrica simple (equirrectangular) y consumido en realidad virtual, cabe señalar que la posición de grabación representará al punto de vista del usuario y puede ser sustituido la parte inferior de la imagen o video con elementos que ayuden a mantener la inmersión del estudiante (representación inferior del cuerpo, suelo o cualquier otra edición que retire el trípode que estabiliza al dispositivo VR y que pueda ser observado por el usuario perdiendo el sentido de visita virtual en la representación virtual de la vivencia educativa); IA generativa: el potencial valor educativo que produce la inteligencia artificial e impacto en nuestros procesos de enseñanza, las consecuencias y efectos que producirán en nuestros estudiantes, apenas se vislumbra en el horizonte; es tal la evolución tecnológica que se tiene, que ya cuenta con las posibilidades de crear imágenes que pueden ser proyectadas en la realidad virtual, capaces de crear escenarios que solo son limitados por la imaginación del prompt utilizado (calidad de la pregunta o descripción introducida).

7.2 Laboratorios de Producción

Los laboratorios de producción son entonces un ecosistema de producción de vivencias educativas en donde se analizan las posibilidades de conversión de conocimiento en repositorios virtuales y se construyen ambientes inmersivos de aprendizaje que reconstruyen en la virtualidad situaciones o necesidades que parten de la realidad que nos rodea. Los contenidos a desarrollar son identificados y reflexionados en un conjunto donde participan especialistas, posibilidades de aproximación, selección de información y el camino de la proyección a la virtualidad, Chan [15] expresa que la problematización exige en los participantes poner a prueba la información recolectada, en un sentido que cuestione cada interrogante presentada y le de un sentido de interpretación. Una vez que se define el problema es necesario caracterizar las vivencias y establecer la consecución de procesos (principales y secundarios) que participan en el planteamiento, para ello los Laboratorios de Producción detallan los aspectos práctico-vivenciales que van a ser transpuestos de la realidad en la virtualidad, Díaz-Barriga [9] establece el ciclo de enseñanzas reflexivas para la producción de educación experiencial.

8. Discusión y Conclusiones

Los escenarios educativos tienen una alta convergencia con lo digital, eso implica nuevos caminos por descubrir, de ahí surge y se fundamenta la postura del proyecto, cabe reconocer que las condiciones de enseñanza-aprendizaje actuales requieren de dinamismos híbridos de impartición de conocimiento y de adecuación pedagógica en ambientes virtuales. Los ambientes inmersivos de aprendizaje requieren de tres pilares principales, comenzando por la vivencia educativa, la cual contempla. *La presentación virtual del conocimiento* que emana de la realidad, presentado como narrativas visuales y auditivas para el desarrollo cognitivo-sensorial de los estudiantes, con el propósito de crear recuerdos en base a la conclusión propia del aprendiente desde un espacio protagónico y en forma de vivencias. *Los repositorios* como los productos que serán interactuados por

medio de la realidad virtual, una herramienta que permite compartir recursos entre la escuela preparatoria 7 y el estudiante (en donde indirectamente usa su celular para consumir el producto generado), *los productos* que cuentan con imágenes y sonidos de alta calidad para ser explorados. Se forma una ruta de aprendizaje que incluye una estructura de necesidad educativa que convive con un ambiente educativo enfocado a la realidad virtual. Finalmente, *los Laboratorios* de producción el espacio de interacción cálida de estudiantes, en donde surgen las ideas y la creatividad para posteriormente ser caracterizada (actuada o representada) para dar vida a un fenómeno educativo (remembranza del hecho), el cual a su vez es fragmentado y presentado en razón del tiempo y en donde el estudiante de manera aislada podrá experimentar situaciones virtuales emanadas de la realidad.

9. Referencias

- [1] C. Pasadas, «Multialfabetización y redes sociales en la universidad: Competencias informacionales y digitales en la educación superior. » Universidad y Sociedad de conocimiento, 7(2), 17-27. 2010.
- [2] O. Cabrales Salazar, A. Mortigo & C. Roa, «Nuevos formatos de apropiación del conocimiento de los estudiantes universitarios. » Praxis educativa, 26(3), 2022.
- [3] U. Zamora, «Las herramientas Google para la enseñanza en el siglo XXI. » Revista RedCA, 5(13), 78-102, 2022
- [4] M.M. Munguía-Reyes y M. Garduño-Mendoza, «El Docente-Investigador:¿ Qué Investiga El Profesor Universitario?. »Revista RedCA, 2022.
- [5] J. Gimeno Sacristán, «Profesionalización docente » Alliaud. 1992.
- [6] G. Lampropoulos, E. Keramopoulos, K. Diamantaras y G. Evangelidis, «Augmented reality and virtual reality in education: Public perspectives, sentiments, attitudes, and discourses. » Education Sciences, 12(11), 798. 2022.
- [7] L. Valle, «La Vivencialidad Educativa a través de la Realidad Virtual. » Universidad de Guadalajara. Phd. Thesis., 2021.
- [8] A. Balanskat, R. Blamire y S. Kefala, «EC EUROPA EU. », 2006.
- [9] F. Díaz-Barriga, «Enseñanza Situada: vínculo entre la escuela y la vida. » México. McGraw-Hill, 2006.
- [10] P. Cilliers, «Complexity and postmodernism: Understanding complex systems. » Routledge Inglaterra. <https://doi.org/10.4324/9780203012253>, 1998.
- [11] R. Rogers R, «Teaching information skills: a review of the research and its impact on education. » Londres, 1993.
- [12] R. Durán, C. Estay-Nicular, «Formación para las buenas prácticas docentes para la educación virtual. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, », 2016.

- [13] M. Briseño, «En la U de G: Propuesta de normatividad para asesores en línea. Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia, » 68-73, 2010.
- [14] A. Ghuiso, «Sistematización de experiencias en Educación popular. [memoria del foro]. » Los contextos actuales de la educación popular. Medellín, 2001.
- [15] M. Chan, «Investigación de la educación virtual, un ejercicio de construcción metodológica. » Apertura, 108-110, 2006.
- [16] D. Levitin, «The organized mind: Thinking straight in the age of information overload. » Penguin, 2014.
- [17] J. Maquilón, A. Mirete y M. Avilés, «La Realidad Aumentada (RA). Recursos y propuestas para la innovación educativa. » Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, <https://doi.org/10.6018/reifop/20.2.290971>, 2017.
- [18] M. Medellín, J. Gómez, «Uso de las TIC como estrategia de mediación para el aprendizaje de la lectura en educación primaria. » 2018.
- [19] A. Mingorance, J. Trujillo, M. Cáceres y C. Torres, «Mejora del rendimiento académico a través de la metodología de aula invertida centrada en el aprendizaje activo del estudiante universitario. » Journal of Sport and Health Research, 2017.
- [20] D. Laskaris, M. Kalogiannakis y E. Heretakis, «Interactive evaluation of an e-learning course within the context of blended education. » International Journal of Technology Enhanced Learning, 339-353, 2017.
- [21] J. Becerra, J. Raúl, M. Peñaloza, J. Rodríguez, G. Chacón, J. Martínez Molina Y X. Mateo, «La realidad virtual como herramienta en el proceso de aprendizaje del cerebro. », 2019.
- [22] Y. Chen, «The effects of virtual reality learning environment on student cognitive and linguistic development. »The Asia-Pacific Education Researcher, 2016.
- [23] A. Sutcliffe, «Multimedia and virtual reality: designing multisensory user interfaces.»Psychology Press, 2003.
- [24] J. Blascowich, J. Loomis, A. Beall, K. Swinth, C. Hoyt y J. Bailenson, « Immersive virtual environment technology as a methodological tool for social psychology. »Psychological Inquiry, 13(2), 103-124, 2002.
- [25] R. Gutiérrez, J. Somoza, R. Taranilla y J. Armero, «Análisis de la motivación ante el uso de la realidad virtual en la enseñanza de la historia en futuros maestros. »EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa, 68, 1-14, 2019.
- [26] A. Díaz-Estrella, «Inmersión mental y realidad virtual. »Uciencia, 2011.
- [27] R. Schank y H. Saunders, «Virtual learning: A revolutionary approach to building a highly skilled workforce. »<https://doi.org/10.1002/pfi.4140400511>, 2001.
- [28] L. Daniela, «New perspectives on virtual and augmented reality: Finding new ways to teach in a transformed learning environment. »Routledge, 2020.

Uso de las TICs en las universidades de la República Dominicana

Raquel Bernardina Pérez de Rosario
raquelbperezn@gmail.com

Resumen. Esta investigación se centra en el uso de la tecnología en las universidades de la República Dominicana, con el propósito de mejorar la calidad educativa y la eficiencia administrativa. Se abordan 52 instituciones de educación superior en todo el país, con el objetivo de comprender la implementación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) en áreas académicas y administrativas. Los objetivos incluyen la formulación de recomendaciones, la evaluación de ventajas y desempeño, y el análisis de competencias tecnológicas. A través de entrevistas, cuestionarios y análisis estadísticos, se busca comprender la relación entre la disponibilidad de recursos tecnológicos y la actitud de docentes y estudiantes hacia las TICs. El estudio se justifica en la necesidad de optimizar la integración efectiva de la tecnología en la enseñanza y la gestión universitaria. Se destaca la importancia de la capacitación y la actitud positiva de los involucrados para el éxito de los proyectos tecnológicos. La metodología adoptada es mixta, empleando hipótesis para abordar cuestiones como la falta de avance en la educación virtual y las diferencias entre universidades en el Distrito Nacional y en el interior. Las variables examinan recomendaciones para el uso de TICs, ventajas de su implementación, rendimiento académico, desempeño docente, competencias tecnológicas y actitudes hacia las TICs. En conclusión, esta investigación busca proporcionar perspectivas valiosas para potenciar la integración efectiva de las TICs en las universidades dominicanas, mejorando así la calidad de la educación y la gestión. Las conclusiones arribadas servirán para evaluar la factibilidad de la inversión en la automatización del área administrativa y académica, en cualificación del personal y la adquisición de equipos y software para poder dar respuestas a las solicitudes y requerimientos del personal interno y externo de las universidades.

Palabras claves: universidades, educación superior, gestión administrativa, gestión académica, tecnología.

Introducción

Esta investigación aborda el uso de la tecnología en las universidades de la República Dominicana, con el propósito de proporcionar un panorama de su implementación en diversas áreas y brindar recomendaciones para su optimización. La virtualización educativa y la modernización administrativa son aspectos esenciales que pueden mejorar la calidad educativa en el país. La investigación se basa en 52 instituciones de educación superior en todo el territorio dominicano y busca contribuir a la eficiencia tanto en la administración como en la docencia.

Objeto de Estudio:

El enfoque de este estudio es el uso de la tecnología en las universidades de la República Dominicana.

Universo y Población de la Investigación:

El universo de estudio está compuesto por 52 universidades de la República Dominicana. Se recogerán datos mediante entrevistas y cuestionarios dirigidos a los directores de planificación, académicos, administrativos, tecnológicos, profesores y estudiantes.

Objetivos:

Objetivo General:

Investigar el uso de las TICs en las universidades de la República Dominicana.

Objetivos Específicos:

- Formular recomendaciones para el uso de las TICs en las universidades dominicanas.
- Evaluar las ventajas del uso de las TICs en los centros educativos.
- Analizar el rendimiento académico de los estudiantes en universidades con enfoque en TICs.
- Evaluar el desempeño de los docentes en las universidades objeto de estudio.
- Identificar las competencias tecnológicas del personal en las áreas de desarrollo de TICs.
- Analizar indicadores del uso de TICs en términos de disponibilidad de recursos tecnológicos para docencia y administración.
- Evaluar la actitud de docentes y estudiantes hacia el uso de TICs en los procesos de aprendizaje.

Justificación Teórica:

Esta sección presenta conceptos fundamentales para la investigación, destacando que, aunque las universidades dominicanas cuentan con tecnología moderna, su implementación efectiva en la enseñanza y la gestión administrativa es limitada. Se abordan temas como la integración de TICs en la educación, su papel en la gestión universitaria, su relación con la globalización y la competitividad, así como su influencia en la transformación de los métodos de aprendizaje. Además, se menciona el impacto de la gamificación educativa y se hacen referencias a diversas investigaciones que han analizado el uso de las TICs en instituciones educativas.

Diseño de la Investigación:

Para este estudio, se adopta una metodología mixta. Se plantean hipótesis que buscan explicar las razones detrás del limitado avance en la educación virtual, la importancia de la integración de maestros y estudiantes en el éxito de los proyectos, la actitud de los docentes hacia la capacitación y la relevancia dada a las TICs por las universidades en el Distrito Nacional en comparación con las del interior.

Variables:

Recomendaciones para el uso de las TICs en las universidades dominicanas: implica sugerencias para optimizar el uso de tecnologías en las áreas universitarias. Ventajas del uso de las TICs en los referidos centros: presenta los beneficios obtenidos al implementar herramientas tecnológicas en áreas educativas. Rendimiento académico de los estudiantes en las universidades con enfoque en TICs: mide el desempeño de los estudiantes en universidades que priorizan la utilización de TICs. Desempeño de los docentes en las universidades objeto de estudio: evalúa el rendimiento y actitud de los docentes en las universidades analizadas. Competencias tecnológicas del personal en las áreas de desarrollo de TICs: analiza las habilidades y conocimientos del personal encargado de las TICs en las universidades. Indicadores del uso de TICs en términos de disponibilidad de recursos tecnológicos: examina la relación entre los recursos tecnológicos disponibles y su apoyo a la docencia y administración. Indicadores del uso de TICs en términos de actitud de docentes y estudiantes: investiga la disposición de docentes y estudiantes para utilizar TICs en sus procesos de aprendizaje.

La investigación empleará técnicas como entrevistas con cuestionarios, análisis de contenido y pruebas estadísticas, utilizando un formulario en línea dirigido a los directores de las universidades.

Conclusión:

Este estudio tiene como objetivo comprender la implementación de las TICs en las universidades dominicanas, evaluando su impacto en áreas académicas y administrativas. A través de recomendaciones, análisis de ventajas y desafíos, y la evaluación del rendimiento y competencias de docentes y personal, se busca proporcionar información relevante para mejorar la integración de la tecnología en la educación superior del país. Según los datos suministrados hasta ahora por la muestra de universidades, se puede constatar que se invierte más en la automatización de los procesos académicos, pero no se le da igual importancia a la automatización de la parte administrativa. Esperamos que, con esta investigación, las autoridades de esas entidades se motiven a preparar esas áreas para que puedan dar respuesta a las necesidades de los clientes internos y externos. Existe una notable desigualdad en la incorporación de las TIC entre las universidades.

Referencias Bibliográficas:

- [1]. Aupetit, S. D. (27 de enero de 2014). La UNESCO y la educación superior, 2014, 2017: aportes de la reunión de cátedras UNESCO sobre la educación superior, las TIC en la educación y los profesores. Paris, Francia.
- [2]. Bernal, C. A. (2006). Metodología de la investigación. México: Pearson Education.

- [3]. Cómo usar las nuevas tecnologías en las universidades. (s.f.), Recuperado el 26 de abril de 2013, de www.livio.com/educacion.practicopedia.lainformacion.com
- [4]. Domínguez G., j. R. (2013). La E educación a Distancia en el Perú. Perú: ULADECH católica.
- [5]. Guillermina Páez, H. G. (2020). Tecnologías de la información en las Universidades: ¿aspiración o expectativa? Revista del Centro de Investigaciones Educativas Paradigma., 484-507.
- [6]. Henry O. Villarreal-Torres, W. J.-R.-M.-M. (2021). gestión de tecnología de información para universidades peruanas aplicando computación en la nube. Revista Venezolana de Gerencia, 665-679. 13.
- [7]. Hernández Sampieri, R. c. (2010). Metodología de la investigación. En R. F. Hernández Sampieri, & P. Baptista Lucio, Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill.
- [8]. J de P, L. (s.f.). Diccionario de la Lengua Española. Recuperado el 26 de abril de 2013, de Martínez, F. y. (2011). integración de la tecnologías de información y la comunicación (TIC) en la universidad: diez propuestas de aprendizaje. Revista Mediterránea de comunicación, 2(1), 43-58.
- [9]. Ministerio de educación Superior, C. y. (2011). Informe General sobre estadísticas de educación Superior 2010-2011. Santo Domingo: Alfa y Omega.
- [10]. Morales, M. T. (2015). Percepciones acerca de la integración de las TIC en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la universidad. Pixel-Bit. Revista de Medios y educación, 46, 103-117.
- [11]. Paredes-Parada, V. (2019). Brecha en el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) básicas y modernas entre estudiantes y docentes en universidades ecuatorianas. Revista educación, 43(1), 1-30.
- [12]. Paredes-Parada, W. (2018). Buenas prácticas en el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en universidades ecuatorianas. Ciencia, Docencia y tecnología, vol.57.
- [13]. Prieto-Andreu, J. M. (2020). Una revisión sistemática sobre gamificación, motivación y aprendizaje en universitarios. Revista Interuniversitaria:32,1, 73-99.
- [14]. Rodríguez Correa, M. (2018). La incorporación de tecnologías de la información y la comunicación en las universidades: experiencias y prácticas. Tendencias pedagógicas, 31(0), 275-288.

Propuesta para un estudio de campo sobre la brecha entre universidad y empresa desde la perspectiva docente

Marcelo López-Nocera^{1,2}, María F. Pollo-Cattaneo², Francisco Redelico³

¹ Programa de Doctorado, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Buenos Aires, República Argentina

mlopeznocera@gmail.com

² Grupo GEMIS, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina

flo.pollo@gmail.com

³ Instituto de Medicina Traslacional e Ingeniería Biomédica, CONICET-Hospital Italiano de Buenos Aires, Argentina

francisco.redelico@gmail.com

Resumen. En el contexto de la relación entre universidad y empresa, donde resulta significativa la brecha existente entre ambas, el presente artículo describe un estudio de campo a realizarse con el objetivo de analizar dicha brecha, incluyendo a tal fin la identificación de las variables relevantes para los agentes estudiados (en este caso, docentes universitarios) y la cuantificación de dichas variables, acotando el universo de estudio a la UTN-FRBA y a las carreras relacionadas con el *Software*.

Palabras clave: Universidad Emprendedora, *spin-off*, UIC.

1. Introducción

El presente trabajo se lleva a cabo en el marco de la tesis doctoral con título “Hacia una modelización de la universidad emprendedora”, actualmente en curso, con plan aprobado en la Universidad Nacional de Lomas de Zamora y cuyos directores son el Doctor Francisco Redelico y la Doctora María Florencia Pollo Cattaneo, siendo el tesista el Magister Marcelo López Nocera.

El tema elegido para el desarrollo de la tesis es de alto interés en el contexto actual de la relación entre universidad y empresa. El plan de tesis incluye un estudio de campo orientado a una modelización de la Universidad Emprendedora y a la empleabilidad del recién graduado, con enfoque en los factores que inciden en la brecha existente en la relación entre la universidad y la industria del *software*, desde la perspectiva de los docentes universitarios. El objetivo del presente artículo es mostrar y discutir los avances de dicho estudio de campo.

La industria del *Software* en la Argentina ha crecido considerablemente, al igual que la interacción entre Universidad y Empresa (UIC) [1]. Esto ha generado un aumento de la demanda estudiantil para las carreras afines en las universidades, con constante expansión. Sin embargo, se observa que el crecimiento de la matrícula no acompaña cuantitativamente la demanda de la industria y que existe un desfase cualitativo, dado que se requieren puestos técnicos específicos que no se cubren por falta de recursos aptos. En este contexto, se identifica una brecha entre lo que el mercado demanda y lo que la academia ofrece [2]. Se considera entonces un interesante objeto de estudio la identificación de las principales variables que inciden en la conformación estructural de dicha brecha.

El objetivo del estudio de campo es, entonces, analizar las características del *gap* existente entre lo que la industria del *software* demanda a la universidad y lo que la misma le ofrece, en un contexto situado en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires (UTN-FRBA), en la actualidad, desde una perspectiva del docente universitario y de las dificultades que éste encuentra para su vinculación efectiva con dicha industria, lo cual repercute directamente en la futura inserción estudiantil en el mercado laboral. Se elige la UTN-FRBA como institución objeto de estudio porque en la República Argentina es altamente representativa de la enseñanza de ingeniería (en particular, de Sistemas de Información) con altísima interacción con el mercado laboral y constante actualización a lo que en cada momento se requiere en el mismo [3]. En la siguiente tabla se describen las preguntas de investigación y sus respectivas motivaciones para llevar adelante el estudio de campo propuesto:

Tabla 1. Preguntas de investigación y motivación

Preguntas de investigación (PI)	Motivaciones investigativas (MI)
PI1) ¿Qué distribución en datos personales tienen los docentes universitarios estudiados y de qué modo influye eso en su relación con la industria?	MI1) Conocer la distribución estadística en rango de edad y en género de los docentes que actúan en el vínculo y su incidencia en el mismo
PI2) ¿Qué tipo de experiencia o formación curricular tienen los docentes que interactúan con la industria?	MI2) Conocer cómo influye la formación curricular de los docentes en el vínculo
PI3) ¿Qué tipo de vínculo se utiliza con la industria?	MI3) Conocer los distintos tipos de vínculos que los docentes establecen con la industria y su incidencia en el mismo
PI4) ¿Cuáles son las características y connotaciones de ese vínculo?	MI4) Conocer las características de cada tipo de vínculo y su incidencia en el mismo
PI5) ¿Qué conocimiento se tiene acerca de <i>spin-off</i> y en qué grado se las gestiona o utiliza?	MI5) Cuantificar el grado de conocimiento y gestión que los docentes tienen acerca de las <i>spin-off</i>
PI6) ¿Qué conocimiento se tiene acerca de la actividad científica argentina y en qué grado se interactúa con ella?	MI6) Cuantificar el grado de conocimiento de los docentes acerca de la actividad científica argentina y medir el nivel de interacción entre el mundo universitario y científico y entre el mundo científico y empresarial (desde la perspectiva docente).

Se identifican, como parte del estudio, las preguntas de investigación y la población a analizar, y se lleva a cabo una serie de entrevistas para analizar las variables de estudio, que se agrupan, en función de cuantificar y discutir los resultados obtenidos, en las dimensiones General (datos estadísticos personales y datos curriculares), Contextual (tipo de vínculo empresarial-educativo y conocimiento de la actividad científica argentina) y de Propósito (características del vínculo y conocimiento de las *spin-off*).

2. Marco Teórico

En [4] se define el concepto de Espacio Intersticial (EI) como una oportunidad de interacción, incluso esporádica, entre dos mundos diversos, pero con intereses comunes. Por otra parte, es aceptado que la educación juega un rol preponderante en el desarrollo de *spin-off* (SO) universitarias [5], las cuales funcionan como un ejemplo de aplicación práctica de dichos EIs. Por otra parte, la Universidad Emprendedora puede ser considerada como un sistema complejo en donde un conjunto de agentes

heterogéneos interactúa entre sí [6]. La conciencia sobre el fortalecimiento de la UIC no se encuentra suficientemente desarrollada en Argentina, y los vínculos que conforman dicho sistema están aún en vías de maduración. Es dable entonces postular un modelo que pueda servir como punto de partida para que la Universidad pueda establecer políticas, con el objetivo de poder promover actividades específicas y convertirse así en un agente que aumente el desarrollo de las industrias creativas, con el consiguiente impacto directo en la inmediata empleabilidad de los egresados universitarios. En consecuencia, una pregunta de investigación preliminar al abordar el estudio de campo antes mencionado es: ¿Cómo afectan las condiciones institucionales a la UIC? Se estudia para ello la influencia de distintos factores, que dan lugar al surgimiento de [PI1] y [PI2] de Tabla 1. La siguiente pregunta preliminar de investigación que surge es: ¿Cómo afectan los cambios en el marco institucional a nivel nacional o universitario la cantidad y calidad de las SO?, lo que da pie a [PI3] y [PI4] de Tabla 1. No se encuentra en la bibliografía un trabajo que acometa el grado de conocimiento que tienen los docentes universitarios en la Argentina acerca de las SO y de la actividad científica nacional, lo que da origen a [PI5] y [PI6] de Tabla 1.

3. Metodología

Se realizan encuestas y entrevistas a 212 docentes del departamento de Sistemas de la UTN-FRBA (sobre un universo aproximado de 300), con un cuestionario de 105 preguntas, agrupadas en eje interno (situación de la Universidad), externo (marco regulatorio institucional) y mixto (UIC), con el propósito de obtener un amplio abanico de respuestas útiles para cuantificar resultados sobre la UIC.

4. Resultados

4.1 Conformación de ejes y dimensiones de medición

Para cuantificar las dimensiones se tienen en cuenta las seis motivaciones enumeradas en Tabla 1, como así también los tres ejes y las seis dimensiones ya mencionados. El estudio se encuentra actualmente en la realización de esta etapa.

4.2 Consolidación de los resultados obtenidos sobre la base de las respuestas recabadas

Se prevé realizar gráficos de sectores circulares y de barras para cada respuesta obtenida, agrupando además los resultados por dimensión y por eje. Con los resultados consolidados, se pretende llevar a cabo un análisis cualitativo y cuantitativo y responder así a cada pregunta de investigación.

4.3. Discusión de los resultados

Una vez analizados cuantitativa y cualitativamente los resultados obtenidos, se pretende formular una propuesta de modelización de la Universidad Emprendedora que permita a los apenas graduados recibir, desde la perspectiva docente, una preparación adecuada para insertarse de la mejor y más rápida manera posible en el mercado laboral, con apoyo activo de la Universidad.

5. Conclusiones y futuras líneas de investigación propuestas

En el marco del presente trabajo, en donde se establece la importancia y la justificación de la temática en cuestión y se plasma el avance del estudio propuesto, se pueden determinar un conjunto de conclusiones: se identifica claramente la problemática a estudiar y se justifica teóricamente su importancia, se identifican las preguntas de investigación (que se vuelcan en Tabla 1), para cada una de ellas se halla una motivación que alienta la investigación de sus respuestas, se desarrollan las actividades previstas cumpliendo en tiempo y forma con la etapa de entrevistas, se obtiene retroalimentación por parte de los entrevistados y se comprueba que las preguntas de investigación propuestas son adecuadas y que el tema de estudio resulta de gran relevancia. A partir de todo ello se considera finalizada satisfactoriamente la etapa 1 del estudio de campo (recolección de datos) cuya mayor dificultad estriba en el tiempo que insume entrevistar a todo el universo en cuestión, y se sientan las bases para dar continuidad al plan previsto en la tesis. En cuanto a las futuras líneas de trabajo de la presente investigación, se prevé avanzar con la consolidación de datos (que es la siguiente etapa del estudio de campo, en la cual se está trabajando actualmente), con el análisis cualitativo y cuantitativo de los mismos, incluyendo la discusión de los resultados obtenidos y con las conclusiones y futuras líneas de investigación del trabajo de campo en sí, todo lo cual queda incluido en la tesis de Doctorado antes referenciada. Asimismo, se planifica realizar una publicación científica ad hoc con los resultados finales del trabajo de campo.

6. Referencias

- [1] Sjöö, K., & Hellström, T. (2019). University–industry collaboration: A literature review and synthesis. *Industry and higher education*, 33(4), 275-285.
- [2] Rabosto, A. N., & Zukerfeld, M. (2019). El sector argentino de software: desacoples entre empleo, salarios y educación. *Ciencia, tecnología y política*. [En línea]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/75339/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Último acceso: 03 10 2023]
- [3] Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información (2022). Ordenanza-1877/22-Plan-ISI2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.frba.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2022/12/Ordenanza-1877-Plan-ISI2023.pdf> [Último acceso: 03 10 2023]
- [4] Furnari, S. (2014). Interstitial spaces: Microinteraction settings and the genesis of new practices between institutional fields. *Academy of management review*, 39(4), 439-462.
- [5] Zachman, P. P. & Redchuk, A. (2016). Singularities of the university spin-off in northern Argentina. Springer International Publishing Switzerland, Á. Rocha et al. (eds.), *New Advances in Information Systems and Technologies, Advances in Intelligent Systems and Computing* 445. doi: 10.1007/978-3-319-31307-8_13
- [6] Gibson, D. V., & Foss, L. (2017). Developing the Entrepreneurial University: Architecture and Institutional Theory1. *World Technopolis Review*, 6(1), 3-1.

CREATIIF & ESn3D: Mejorando el Acceso al Patrimonio Universitario a través de la Fototeca Abierta y Digital de la Universidad de La Habana

Armando Cartaya¹, Claudia Valera¹, Yohannis Martí¹

¹ Dirección de Información, Universidad de la Habana (Cuba)
armandocartaya66@gmail.com; cclaudiavaleria095@gmail.com; ymarti@gmail.com

Resumen. El patrimonio cultural universitario se caracteriza por su dispersión, variedad tipológica, dificultades de conservación o la falta de recursos económicos para hacerse difundir. En realidad se posee colecciones documentales y museográficas dispersas en varias áreas universitarias y no se dispone de una entidad única que conserve, investigue y difunda los artefactos patrimoniales. Con lo anterior en mente, en nuestra institución nacen los proyectos de digitalización “CREATIIF” y “Esn3D”, como parte de la fototeca digital universitaria que conjugan la investigación, la difusión y la accesibilidad a dichas colecciones, superando barreras espacio-temporales con la utilización de las tecnologías de información y comunicación. Se propone desde estos proyectos un método de digitalización que genera una significativa cantidad de datos sobre el estado de conservación del artefacto, y sirve como herramienta de trabajo para la restauración del patrimonio. Además, se utilizan técnicas novedosas como, por ejemplo, la fotogrametría. Se conjugan nuevas tecnologías en función de la rehabilitación, investigación, acceso, difusión y como una herramienta educativa de uso abierto e interoperable de la memoria histórica.

Palabras clave: patrimonio cultural universitario, artefactos patrimoniales, fotogrametría, conservar, preservar, difundir, accesibilidad

Abstract. The university cultural heritage is characterized by its dispersion, typological variety, conservation difficulties or the lack of economic resources to have it disseminated. In reality, there are documentary and museographic collections dispersed in several university areas and there is no single entity that preserves, investigates and disseminates heritage artifacts. With the above in mind, in our institution the digitization projects “CREATIIF” and “Esn3D” were born, as part of the university digital photo library that combines research, dissemination and accessibility to these collections, overcoming space-time barriers with the use of information and communication technologies. From these projects, a digitization method is proposed that generates a significant amount of data on the state of conservation of the artifact, and serves as a work tool for the restoration of heritage. In addition, novel techniques are used, such as photogrammetry. New technologies are combined in terms of rehabilitation, research, access, dissemination and as an educational tool for open and interoperable use of historical memory.

Keywords: university cultural heritage, heritage artifacts, photogrammetry, conserve, preserve, disseminate, accessibility

1. Introducción

En la actualidad, se han creado herramientas que benefician a la sociedad de nuestra época gracias a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). En este sentido, la digitalización se convierte en un instrumento que permite preservar y difundir la información contenida en archivos históricos. Según el programa Memoria del Mundo de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, el patrimonio documental forma parte esencial de la memoria colectiva y documentada de los pueblos, siendo una parte significativa del patrimonio cultural mundial. [1]

En la preservación de la memoria histórica que documenta el origen y desarrollo de la Educación Superior en el contexto nacional y regional, se destaca la Universidad de La Habana. En este sentido, surgen los proyectos "CREATIIIF" y "Esn3D" de digitalización, los cuales permitirán gestionar la intervención y procesamiento de los artefactos patrimoniales bidimensionales y tridimensionales que conforman la memoria histórica de esta institución. Estos proyectos impactarán en la preservación a largo plazo de los materiales documentales, facilitarán un mayor acceso a la información al reunirlos en un solo espacio y contribuirán a la visibilidad del patrimonio digital desde Cuba y el extranjero mediante sistemas de almacenamiento y recuperación de información. Además, permitirán la creación de nuevos contenidos a partir de su consulta y servirán como herramienta pedagógica para la enseñanza de contenidos relacionados a este tema en niveles de pregrado y posgrado.

2. Caso de estudio, normas y estructura del método de digitalización a utilizar

La definición de patrimonio documental se comprende de elementos que pueden ser textuales o no textuales; consistentes en signos/códigos, sonidos y/o imágenes; conservables, reproducibles y trasladables, y fruto de un proceso de documentación deliberada. Es el legado del pasado a la comunidad mundial presente y futura [1]. Se define Materiales Especiales como aquellos materiales bibliográficos, hemerográficos y de archivo que, por su antigüedad, temática y valor, requiere un tratamiento y uso diferente al resto de los recursos documentales que forman parte de las colecciones.

El acervo patrimonial documental universitario se conforma de un conjunto de materiales generados, recibidos o reunidos por las Facultades, Museos o Centros de investigación que la integran, y por personas físicas o jurídicas al servicio de las Universidades en el ejercicio de la actividad o ajenas a ella, que hagan a ésta, donación o cesión expresa de los mismos. Para llevar a cabo la preservación y la unidad de ese patrimonio documental universitario, se deben llevar a cabo políticas de preservación digital. Los repositorios institucionales en el ámbito universitario cubano se presentan como uno de los servicios de información por excelencia en la actualidad. Se muestra el Repositorio Institucional de la Dirección de Información de la Universidad de La Habana, como un ejemplo de ello, el cual constituye un servicio dirigido a la preservación de las tesis como parte del acervo documental patrimonial de la Universidad, así como aumentar la difusión y visibilidad de la producción

científica. Las colecciones de artefactos patrimoniales se manejan de manera diferenciada al resto de la colección documental de una institución de información; tanto en el procesamiento (por las condiciones físicas y de conservación) como en las limitaciones para la consulta, de ahí la necesidad de desarrollar proyectos de digitalización de este tipo de materiales.

En la actualidad, las condiciones de almacenamiento de las colecciones no son adecuadas, y numerosos ejemplares están parcial o completamente dañados debido a las condiciones inapropiadas de los depósitos donde se encuentran. Por tanto, es importante contar con proyectos que viabilicen las competencias, equipamiento e insumos necesarios para garantizar su preservación en el tiempo.

Considerando lo expuesto anteriormente se propuso desarrollar proyectos de digitalización que solucionaran dichas problemáticas a través de la implementación de procesos documentados.

Las estructuras de dichos proyectos se crearon como un sistema de procesos donde confluyen acciones encaminadas a lograr los objetivos teniendo en cuenta los estándares y las normas dictadas por las instituciones reguladoras correspondientes como la [1], [2] y [3] para la digitalización de objetos del patrimonio cultural.

Se requiere del uso de un sistema de gestión de color y un método único para analizar la calidad de los registros digitalizados [4]. En vista de la disponibilidad verdaderamente amplia de sistemas de digitalización con equipos fotográficos tricromáticos, se propone utilizar la plataforma "Omeka" y los principios del International Image Interoperability Framework para desarrollar un producto web que cumpla con los estándares internacionales actuales. Esto permitirá evaluar el material grabado de manera fácilmente accesible para los usuarios finales. [5].

El desarrollo de estos trabajos se realizó en base a una metodología Agile la cual permite mantener un ambiente donde los integrantes del proyecto trabajan en equipo multidisciplinario; organizando el desarrollo en el menor tiempo posible teniendo en cuenta sólo los principales procesos que facilitan el entendimiento de los proyectos por personas ajenas al mismo con resultados que satisfagan a los usuarios potenciales [6]. Se incluyen equipos que permiten el trabajo a distancia y de forma independiente por cada uno de los participantes, útil en especial en estos tiempos.

Además, se proporcionan las bases técnicas metodológicas y los fundamentos legales para desarrollar proyectos de digitalización y gestionar el patrimonio documental. También se identifican los lineamientos internacionales aplicables en proyectos de esta naturaleza.

3. Ruta crítica para la digitalización del Patrimonio documental en la Universidad de La Habana

Se llevó a cabo un inventario y un estudio exploratorio del estado de las colecciones, confirmando la necesidad y viabilidad de abordar las actividades para resolver esta problemática. Así surge el proyecto "CREATIIIF": Un proyecto para la preservación, digitalización y visibilización de manuscritos y fotografías como materiales especiales dentro de las colecciones de documentos patrimoniales de la Universidad de La Habana con los objetivos específicos de:

1. Inventariar los fondos existentes dentro de los materiales especiales de las universidades e instituciones del MES.
2. Plantear metodología para la preservación, conservación, digitalización de los fondos de la red universitaria.
3. Realizar estrategia para la elaboración de una guía de buenas prácticas para la preservación, conservación, digitalización de los materiales especiales de la Universidad de la Habana.

En la siguiente etapa se comienza a documentar el proceso de digitalización. Existen muchas ventajas de documentar el proceso se tiene mayor eficacia en la organización de las personas que van a colaborar en el proyecto, el acceso es inmediato a la información y cualquier duda se puede aclarar por medio de la documentación. Así se contribuye a la protección física del patrimonio documental universitario y al retardo de su deterioro. Se toman en cuenta los patrones legales pertinentes en cuestiones de propiedad, contenido, buenas praxis y forma de difusión. De esta manera, la productividad de la misma es mayor, se brinda seguridad a los documentos y se evita su extravío. Existen otras tareas de esta etapa, como el desarrollo de la interfaz gráfica, la difusión y el mantenimiento y administración de los documentos digitalizados en línea. Durante esta etapa y como parte del proyecto CREATIIF se intervienen solo documentos bidimensionales como libros, manuscritos, fotografías y mapas.

Al avanzar en el proceso de digitalización y documentación, se implementaron actividades de control y monitoreo. Durante esta fase se pudo constatar que “CREATIIF” no es suficiente para abarcar la intervención de la variedad tipológica del acervo patrimonial de nuestra institución y centros afines porque el diseño de su metodología se concibió solo para objetos con características bidimensionales.

Teniendo en cuenta lo anterior se propuso desarrollar de manera simultánea un nuevo proyecto llamado: “Esn3D” Digitalización en 3D de Artefactos Patrimoniales Universitarios. A través de este proyecto, se propone explorar el problema y delinear estrategias referidas a la preservación del conocimiento a partir de la digitalización de materiales tridimensionales, generando como resultado políticas institucionales y mejores prácticas orientadas hacia la preservación del patrimonio en este formato. Como describe Bañuelos de la siguiente manera:

La digitalización implica asimilar una nueva cultura frente a los usos, formas de gestión, aprendizaje y difusión de la imagen. Analizamos los procesos y momentos de la imagen fotográfica tradicional y de la imagen digital. Emerge así una nueva cultura de la imagen que se caracteriza fundamentalmente por cuatro variables dinámicas que adquiere el signo digital y que son: la virtualización/actualización, la interactividad, la simultaneidad y la intertextualidad, entre otras numerosas variables. [7, p. 2]

Se utilizará la técnica de fotogrametría digital, la cual se basa en la correlación semiautomática de imágenes para obtener información geométrica tridimensional de los objetos representados [8]. Mediante algoritmos matemáticos y utilizando un ordenador, se analizan los puntos comunes entre varias imágenes para detectar su posición en el espacio tridimensional, lo que permite generar nubes de puntos y crear modelos 3D fotorrealistas.

Las actividades de digitalización 3D del Patrimonio Cultural en la última década se comenzaron a realizar con mayor frecuencia y más rigor gracias a la eficacia, versatilidad y utilidad que ofrecen sus resultados, quedando demostrado por medio de

diferentes ejemplos. Se cita como ejemplo de referencia a nivel internacional, la iniciativa de escala mundial: CyArk [9] que se propuso realizar capturas 3D de elementos importantes del Patrimonio Cultural a modo de preservación ante riesgos naturales o agresiones humanas.

Se propone para esta experiencia una metodología de digitalización 3D bien estructurada en fases secuenciales: planificación, preparación de datos, captura y elaboración de productos y, por último, almacenamiento y entrega.

Desarrollo del método: La aplicación práctica del método seguido en esta experiencia piloto nos ha permitido alcanzar los objetivos previstos, cuyos resultados se exponen a medida que desarrollamos las diferentes fases del proyecto:

—Fase de planificación:

En esta primera etapa se abordaron principalmente todas las cuestiones relacionadas con la definición, objetivos, escala y delimitación del proyecto. Se tuvo en cuenta el alcance del proyecto, ya que en ocasiones los recursos necesarios podrían ser demasiado importantes, lo que impediría la digitalización de un conjunto, colección o inmueble completo.

—Fase de preparación de datos

Se eligen los estándares de documentación, datos, formatos y estándares técnicos. Antes de comenzar con la digitalización, se negocian los derechos de autor del material con la institución que albergue el bien o incluso el propio autor, en caso de que siga con vida. El análisis y consulta de las fuentes de información es fundamental en cualquier proceso investigador por lo que también se documenta de manera exhaustiva la procedencia de las fuentes empleadas.

—Fase de captura y elaboración de productos:

Para el desarrollo de este proceso se emplean herramientas como: cámaras digitales, computadoras, software de modelado 3D, impresoras 3D, software de preparación de impresión 3D, software de visualización 3D, entre otros. Se procede con la captura del objeto desde todos los ángulos posibles con una iluminación constante intentando no variar los parámetros de ajustes de la cámara referidos a la distancia focal, exposición, balance de blanco y sensibilidad ISO; su elección se debe fundamentalmente, a la posibilidad de poder generar con este sistema texturas fotorrealistas de gran calidad. Así se generan modelos fotogramétricos digitales. Por último, se obtienen ortofotos y trazados cartográficos a través del software de fotogrametría digital.

—Fase de captación, volcado, almacenamiento y entrega de datos: Fototeca digital

Se diseña 3 fichas de información, una relativa a su descripción (incluido estado de conservación) e identificación, otra relacionada con la información gráfica y una última que expone las especificaciones técnicas de los resultados de los modelos 3D. Se publica en la plataforma web los modelos 3D. Las colecciones digitalizadas se encuentran disponibles en el sitio: <https://fototeca.uh.cu>.

La Fototeca Digital Universitaria se estructura en diferentes secciones principales que se encuentran en la barra de navegación superior. Estas secciones incluyen: Inicio, Acerca de, Fondos, Colecciones, Explorar y Exposición Online.

Se utilizó Omeka S en lugar de Omeka Clásico que brinda mejoras considerables como, por ejemplo: mejor experiencia de usuario y mayor facilidad de uso al ser una versión más simplificada e intuitiva, posee un diseño más moderno y atractivo,

compatibilidad con dispositivos móviles, mayor capacidad de personalización al incluir opciones de diseño, plantillas y complementos adicionales. Brindando una experiencia de usuario más fluida y accesible.

Se plantea una política de preservación a seguir para los archivos y documentos digitales, tomando como referencia algunas pautas marcadas en las normas ISO vigentes para estos casos, así como planificar una inspección rutinaria para controlar posibles daños o deterioros que puedan sufrir los dispositivos de almacenamiento [11].

4. Mapas de procesos de digitalización de objetos patrimoniales bi- y tri-dimensionales en la Universidad de La Habana

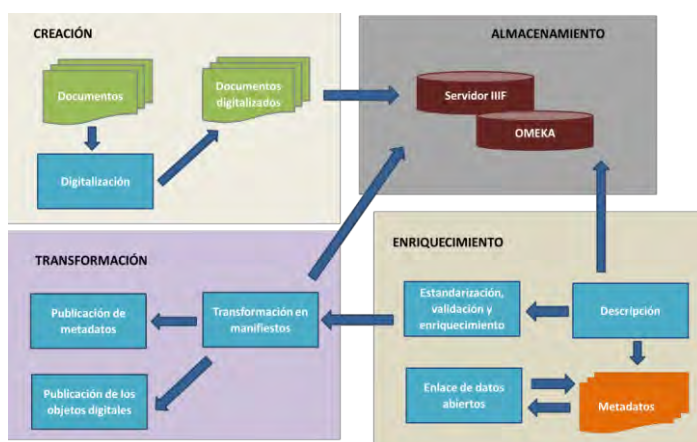


Fig. 1. Mapa de procesos de CREATIIF. Proyecto de digitalización de objetos patrimoniales bi-dimensionales.

El proceso de digitalización de documentos bidimensionales y su transformación en manifiestos fue esencial para el desarrollo del proyecto CREATIIF. Se comienza con la identificación de los documentos físicos que necesitan ser digitalizados, en su proceso de digitalización se escanean o fotografian según el tipo de documento; se asegura una imagen óptima para garantizar su correcta lectura y procesamiento posterior. Una vez digitalizados los documentos se procede a su almacenamiento.

A continuación, se inicia el proceso de transformación de los documentos digitales en manifiestos. Esto implica extraer la información relevante de cada documento y estructurar de acuerdo con el formato requerido para los manifiestos. En esta etapa se cuenta con herramientas de reconocimiento óptico de caracteres (OCR). Se posibilita convertir el texto contenido en los documentos en texto editable, lo que agiliza el proceso de transformación. Una vez los documentos transformados en manifiestos digitales, se procede a su validación y verificación y finalmente están listos para publicar y utilizar.

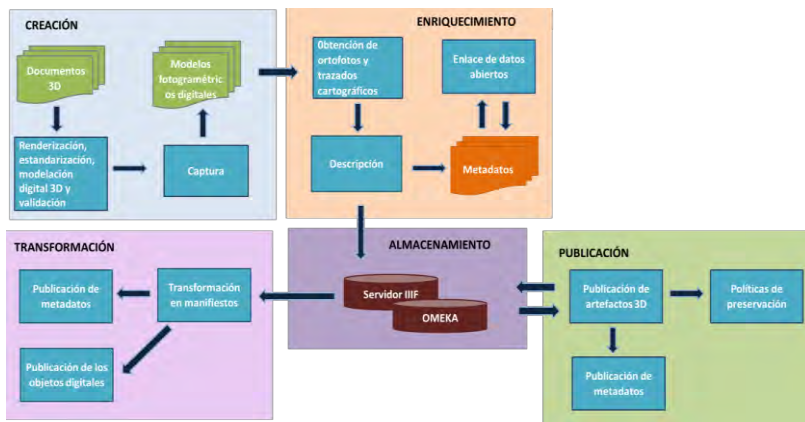


Fig. 2. Mapa de procesos de ESn3D. Proyecto de digitalización de objetos patrimoniales tri-dimensionales.

Para la digitalización de documentos tridimensionales utilizar la fotogrametría como técnica de digitalización es primordial para el desarrollo del proyecto ESn3D. Se comienza con la identificación de los documentos físicos que requieren ser digitalizados, al igual que en el proceso de digitalización de documentos bidimensionales. Se procede con la captura luego de los documentos pasar por un proceso de preparación de datos, donde se selecciona los estándares de documentación, datos, formatos y estándares técnicos para posteriormente recolectarlos y prepararlos para la fotogrametría; lo que implica limpiarlos y asegurarse de que estén en condiciones óptimas para la captura de imágenes.

A continuación, se utiliza una cámara de alta resolución para capturar múltiples imágenes del documento desde diferentes ángulos. Luego de tomar las imágenes, se utiliza un software especializado de fotogrametría para procesarlas y generar un modelo tridimensional. Una vez digitalizados los documentos se procede a su almacenamiento y posteriormente se inicia el proceso de transformación de los documentos digitales en manifiestos.

5. Conclusiones

Para garantizar la sostenibilidad de los proyectos de digitalización del patrimonio documental universitario se requiere contar con capacidad técnica y de gestión, políticas institucionales enfocadas en la continuidad de los esfuerzos, colaboración inter-institucional, cooperación con otros actores, obtención de financiamientos y preparación de recursos humanos a través de acción de capacitación y colaboración entre especialistas. Solo a través de un amplio proceso de cooperación se hace posible la sostenibilidad del proyecto, lo cual garantizará la conservación de valiosos documentos en diferentes formatos, para el disfrute de la propia comunidad.

6. Referencias

- [R. Edmondson, «Technical Guidelines for Digitizing Cultural Heritage Materials: Third Editor,» Federal Agencies Digital Guidelines Initiative, 2023.
- [I. 13028, «Information and documentation - Implementation guidelines for digitization of records,» 2010. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/52391.html>. [Último acceso: 08 09 2023].
- [H. V. Dormolen, «Metamorfoze preservation imaging guidelines, version 2.0,» *Society for Imaging Science and Technology*, vol. 16, nº 2168-3204.2019.1.0.3, pp. 1-11, mayo 2019.
- [P. Korytkowski y A. Olejnik-Krugly, «Precise capture of colors in cultural heritage digitization,» *Color Research & Application*, vol. 42, pp. 333-336, 2017.
- [«International Image Interoperability Framework,» [En línea]. Available: <https://iiif.io>. [Último acceso: 08 09 2023].
- [B. Amante, L. V., M. Macarulla, S. Gasso, V. Buscio y C. Gutierrez, «Propuesta de gestión de proyectos con metodología AGILE: Caso de estudio proyecto ELDE,» de *23 rd International Congress on Project Management and Engineering*, Malaga, 2019, pp. 155-167.
- [J. Bañuelos, «Digitalización del Patrimonio Cultural,» *Razón y Palabra*, vol. 44, abril-mayo 2005.
- [K. Kingsland, «Comparative analysis of digital photogrammetry software for cultural heritage,» *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, vol. 18, p. e00157, septiembre 2020.
- [E. Lee, «CyArk to Digitally Preserve Xochicalco: CyArk begins a major initiative in Mexico,» México, 2012.
- [IFLA, Directrices para proyectos de digitalización de colecciones y fondos de dominio público, en particular para aquellos custodiados en bibliotecas y archivos, Sevilla: Ministerio de Cultura, 2002.
- [D. Vozmediano Montoya, Fotogrametría digital aplicada a la obtención de ortofotos y modelos digitales de entidades patrimoniales, Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2006.
- [J. S. Sanabria Fernández y M.-J. González-López, «La digitalización 3d del patrimonio cultural, una herramienta para el conocimiento y preservación del patrimonio cultural».

Usos tecnológicos docentes durante la pandemia. Percepciones de estudiantes de posgrado

Mariana Hernández González¹, Juan Manuel Ramos Quiroz², Francisco Javier Chávez Maciel³

¹ Instituto Politécnico Nacional (México)
mahernandezg2200@alumno.ipn.mx

² Instituto Politécnico Nacional (México)
jramosq@ipn.mx

³ Instituto Politécnico Nacional (México)
fchavezm@ipn.mx

Resumen. Durante la pandemia, el contexto educativo enfrentó retos en aspectos académicos y tecnológicos, siendo el docente el actor que tuvo la tarea de ayudar e incentivar al estudiantado para transitar de una modalidad presencial a una modalidad emergente valiéndose del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), generando con ello procesos académicos innovadores que mejoraran la experiencia de enseñanza y aprendizaje entre ambos. Derivado de lo anterior, esta investigación presenta las percepciones de los estudiantes de la Maestría en Administración en Gestión y Desarrollo de la Educación (MAGDE) con respecto al uso de las herramientas tecnológicas por parte del profesorado durante el periodo de confinamiento, considerando esta experiencia un parteaguas para mejorar procesos futuros en donde los docentes usen, con un enfoque constructivista, la tecnología en sus actividades académicas de forma continua.

Palabras clave: Educación superior. Experiencias estudiantiles. Usos tecnológicos.

1. Introducción

La pandemia por Covid-19 tomó por sorpresa a diferentes sectores de la población y el educativo no fue la excepción, lo anterior obligó a que la comunidad escolar se viera en la necesidad de darle continuidad a los diversos programas escolares de forma remota y con ayuda de diversas herramientas tecnológicas, siendo el objetivo primordial no perder el semestre o el ciclo escolar completo.

El implementar acciones de enseñanza-aprendizaje diferentes a las que comúnmente se acostumbra a trabajar genera en el ambiente escolar un cambio en los modelos tradicionales de enseñanza, ya que los docentes tienen que adaptar sus prácticas pedagógicas y tecnológicas, y en el caso de los estudiantes, aprender a formarse en un

ambiente más flexible y autodidacta utilizando herramientas y recursos tecnológicos digitales.

Ante la posibilidad que tuvieron las Instituciones de Educación Superior (IES) de continuar con las actividades en línea, se hace indispensable el analizar las percepciones de los estudiantes, sobre los usos y herramientas tecnológicas que los docentes implementaron durante esta etapa con la finalidad de cumplir los objetivos académicos que los programas y autoridades educativas solicitaron.

2. Usos docentes de las TIC en la Maestría en Administración en Gestión y Desarrollo de la Educación ante la emergencia sanitaria por COVID-19

El Covid-19 provocó que la población mundial viviera en confinamiento, lo anterior generó la necesidad de implementar cursos y trabajo remoto de forma emergente usando múltiples recursos y herramientas digitales en la mayoría de los casos como lo informan numerosos reportes y estudios a nivel mundial y latinoamericano. Por ejemplo, en una búsqueda en Google Scholar se reportan más de 145 mil artículos escritos en español y respecto a los posgrados más de 25 mil. Refiriéndose a la región latinoamericana y del Caribe, un informe realizado por la CEPAL y la UNESCO [1] que abarca 33 países de la región se muestran 8 iniciativas gubernamentales realizadas entre las que se destacan formas de aprendizaje por internet, uso de plataformas virtuales y en algunos la entrega de dispositivos tecnológicos, entre las cuales sobresale el Plan Ceiba de Uruguay. En efecto, en la mayoría de escuelas de modalidad presencial no se contaba con la preparación ni los recursos necesarios para afrontar una situación de tal magnitud, lo que provocó que se transitara forzosamente a la virtualidad y con desafíos desconocidos para gran parte de docentes y estudiantes como se reporta en el informe CEPAL-UNESCO lo que marcó nuevas dinámicas educativas, siendo este proceso llamado por Hodges *et al.* [2] “enseñanza remota de emergencia”.

En México, se realizaron diversos estudios [3], informes y encuestas en las universidades [4] entre las que destaca la realizada por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior [5] a 485 instituciones de educación superior para explorar la situación educativa durante la pandemia. En esta encuesta se destaca “la insuficiente e inadecuada infraestructura tecnológica en las instituciones, la desactualización de las habilidades digitales de muchos docentes, la falta de acervos y materiales para la enseñanza a distancia, la rigidez de los procesos administrativos y de gestión escolar, entre otras limitaciones”. Para enfrentarlas, de acuerdo con la Secretaría de Educación Pública [6] las IES durante la pandemia adoptaron diferentes medidas para continuar con la actividades académicas en modalidad a distancia. En los casos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y del Instituto Politécnico Nacional (IPN) se establecieron diversas acciones que incluían actividades académicas de forma remota, la implementación de herramientas tecnológicas como aulas virtuales como Google classroom, Microsoft Teams y Moodle, sistemas de mensajería, redes sociales, correo electrónico institucional, entre otros [7], algunos de los cuales usaron los profesores de MAGDE.

Sin embargo, habría que preguntarse también hasta qué grado se utilizaron “como instrumentos *psicológicos*” en sentido vygostkiano” como lo dicen tres investigadores españoles [8], explicando más adelante que “la potencialidad mediadora de las TIC sólo se actualiza, sólo se hace efectiva, cuando estas tecnologías son utilizadas por alumnos y profesores para planificar, regular y orientar las actividades propias y ajenas, introduciendo modificaciones importantes en los procesos intra e interpsicológicos implicados en la enseñanza y el aprendizaje”. Esta idea lleva a considerar los tipos de usos docentes de las herramientas y recursos tecnológicos digitales que percibieron los estudiantes durante la pandemia.

Para ello, es pertinente el marco de referencia respecto a la tipología de usos propuesto por los tres autores españoles [8] que en síntesis se fundamenta en las potencialidades de mediación vygostkiana para la enseñanza y el aprendizaje que las TIC ofrecen entre los elementos representados en el triángulo didáctico, a saber: el profesor, los estudiantes y los contenidos como se ilustra en las siguientes cuatro figuras:

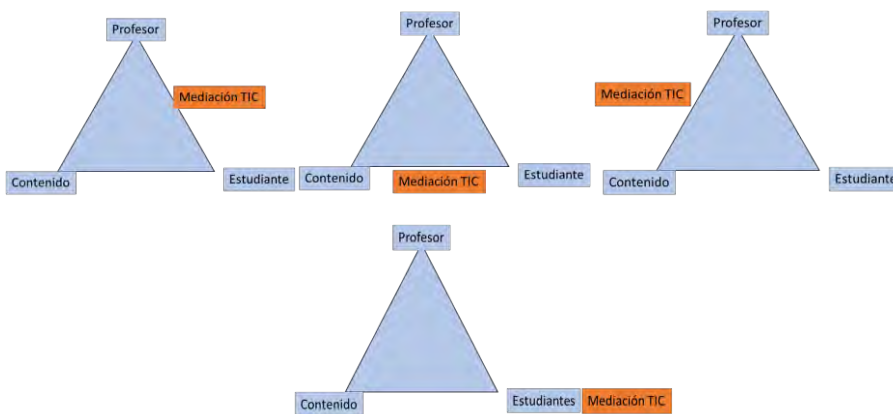


Fig.1. Cuatro opciones de mediación que las TIC pueden ofrecer entre los elementos del triángulo didáctico [8]

Pero antes conviene mencionar que la Maestría en Administración en Gestión y Desarrollo de la Educación (MAGDE) es un posgrado que tiene como objetivo profesionalizar a los directivos de instituciones educativas desarrollando sus competencias en gestión estratégica a través de la interacción y el trabajo académicos en el marco de la sociedad del conocimiento [9].

Derivado de lo anterior, MAGDE, al ser un posgrado perteneciente al IPN, siguió los lineamientos establecidos para enfrentar la situación como implementar la sana distancia, clases síncronas y asíncronas entre otros adicionales por iniciativa de los profesores para desarrollar sus actividades académicas de forma remota lo que generó distintas percepciones tanto en profesores como estudiantes.

3. Materiales y métodos

A. Tipo de investigación

La investigación es no experimental, de tipo exploratoria y con un enfoque cuantitativo, ya que se centró en identificar la percepción de los estudiantes respecto de las actividades llevadas a cabo por los profesores durante el periodo en que se llevó a cabo la educación emergente a través de las TIC en el programa de posgrado y con ello describir el uso de que los profesores tuvieron respecto de la tecnología en la MAGDE del IPN y conocer las buenas prácticas llevadas a cabo por los docentes, así como los problemas a los que se enfrentaron los estudiantes.

B. Muestra

La muestra constó de 27 estudiantes inscritos en el segundo semestre del 2020 en la MAGDE del IPN, fue a conveniencia ya que se tomó en cuenta que el acceso en esos momentos solamente era viable a través del correo electrónico y se aplicó a todos los estudiantes que en ese momento se encontraban cursando la maestría.

C. Instrumento

Se diseñaron dos encuestas denominadas “Encuesta herramientas tecnológicas estudiantes MAGDE” las cuales fueron dirigidas de manera diferenciada la primera a alumnos de primero y tercer semestre y la segunda a alumnos de quinto semestre, lo anterior debido a que los alumnos que estaban por terminar sus estudios ya no se les preguntó acerca de su opinión acerca de los escenarios futuros y por el contrario se les consultó acerca de sus trámites para la solicitud del examen de grado. Las encuestas estuvieron compuestas de 4 secciones y 24 preguntas de opción múltiple y una pregunta abierta en donde los estudiantes expresaron hasta 3 sugerencias para mejorar la calidad de los cursos a distancia que se ofrecen en la maestría. El formulario de la encuesta se hizo en Google Forms, el envío de la información y el enlace para contestarla fue mediante correo electrónico. El análisis de la información se hizo a través del programa Excel en donde se hizo un análisis de cada uno de los rubros consultados, así como que se tuvo la posibilidad de realizar algunas correlaciones que surgieron durante el análisis.

4. Resultados

Los hallazgos que se presentan a continuación parten del análisis de dos cuestionarios con una muestra de estudiantes de posgrado.

El intervalo de edad 23 y 38 años es el que tiene mayor peso (70.5%), considerándolo en su mayoría como un grupo etario joven.

En la fig. 2, con información del ítem 5 de la encuesta, la muestra expresa el equipamiento tecnológico con el que los estudiantes realizaron el seguimiento de las clases a distancia, siguiendo este orden: 24 emplearon una laptop, 22 un smartphone, 7 utilizaban computadora de escritorio y una minoría de 4 utilizaron una tableta.

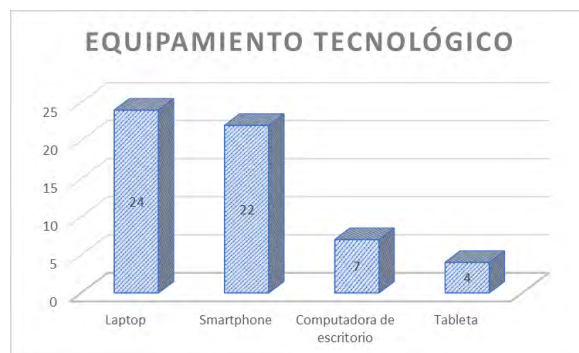


Fig. 2. Equipamiento tecnológico utilizado en clases a distancia.

En cuanto a acceso a internet en términos de conectividad 27 participantes aseguraron contar con red Wi-Fi estable para tomar las sesiones, siendo el intervalo promedio de velocidad de conexión de 10 y 20 mbps, considerando que para realizar una videollamada de calidad requiere al menos 400 Kbps.

El cuestionario preguntó a los estudiantes sobre los tres tipos de recursos mayormente utilizados por los docentes en las clases a distancia, ya sea de forma síncrona como asíncrona, incluyendo aquellas sesiones sin ningún tipo de interacción. La muestra considera que los recursos utilizados con mayor frecuencia por los docentes fueron las videoconferencias mediante Zoom, Skype y Hangouts; seguido por el correo electrónico y finalizando con las plataformas informáticas como Moodle y Google classroom, una minoría menciona a la mensajería instantánea como WhatsApp como medio de contacto.

En términos de preferencia de los estudiantes, referente a los recursos utilizados por los docentes, las respuestas marcan en primer lugar a las plataformas informáticas seguidas por la mensajería instantánea, el correo electrónico y finalmente las videoconferencias como lo representa la fig. 3. En este rubro, es significativo señalar las diferencias entre las preferencias de uso docente de la videoconferencia y las de los estudiantes que prefirieron las plataformas informática y la mensajería instantánea. En el caso docente se advierte una tendencia a extrapolar el uso de las técnicas expositivas utilizadas en las clases presenciales a las clases por videoconferencia utilizando una limitada mediación tecnológica en sentido vygostkiano explicitada en la opción 1 de la fig. 1, lo que sugiere un aprovechamiento limitado de la potencialidad de otras herramientas tecnológicas para acceder a los contenidos y transformar en los estudiantes los procesos cognitivos de búsqueda, procesamiento y análisis de la información. En contraparte, los estudiantes prefirieron el uso de las plataformas informáticas y la mensajería instantánea que sugieren una tendencia a la autogestión del aprendizaje para trabajar colaborativamente y usando los recursos que ofrecen las plataformas (foros, wikis, webquest, etc.) y la instantaneidad para comunicarse y trabajar usando comunicaciones breves y compartir archivos, usos más acordes a las mediaciones tecnológicas ilustradas en las opciones 2 y 4 de la fig.1.



Fig. 3. Comparativo entre el uso de recurso tecnológico por parte de los docentes y la preferencia de los estudiantes.

Referente a la valoración de los estudiantes respecto a las practicas docentes que se implementaron en las clases a distancia y que les proporcionaron mayor ayuda para el desarrollo de los cursos, se menciona que la mayoría establecía comunicación sincrónica con los profesores en donde les explicaban los temas mediante exposición y posterior retroalimentación frecuente además de compartir material educativo y contar con atención personalizada en la resolución de dudas en conjunto con una comunicación abierta.

Continuando con aspectos de diálogo y comunicación, también se les preguntó su percepción, abordando no sólo aspectos académicos relacionados con la metodología, evaluación y contenidos, sino con los relacionados en el ámbito más personal y cómo los docentes se adaptaron a las particularidades de las circunstancias de cada estudiante ya que muchos señalaron que enfrentaron problemas significativos de índole tecnológica (conectividad), económica, interacciones limitadas con algunos profesores, desadaptación para trabajar académicamente a distancia, personales, familiares y de salud. El 70% de la muestra refiere que a pesar de presentar algunas situaciones mencionadas con anterioridad, el grado de aprendizaje fue satisfactorio, y el 66% de está considerando incluso un grado de mejoría académica en comparación al semestre anterior.

Entre las áreas de oportunidad que los estudiantes detectan es que los docentes deben mejorar en el uso de recursos tecnológicos se hace énfasis en: mejorar la dinámica de clase para evitar similitud a clases presenciales, mayor interés y compromiso por aprender sobre programas o aplicaciones electrónicas que enriquezcan los contenidos.

Se destaca un mayor uso de material y fuentes de información mayormente de origen electrónico y proporcionado por los docentes, asegurando con ello la pertinencia de la información, actualización de información y el libre acceso.

Para un supuesto futuro, en donde las clases a distancia se vuelvan parte de la cotidianidad y se entrelacen con las clases presenciales, la muestra de estudiantes sugiere que los docentes no realicen clases virtuales de horarios extensos, que ellos realicen una planeación e interacción previa con los recursos tecnológicos antes de usarlos ya que en ocasiones eso genera pérdida de tiempo de clase, mayor utilización de recursos tecnológicos como pizarras interactivas, obtención de licencias de

programas que sean básicos para el desempeño académico, además de inscripción a cursos de capacitación y actualización tecnológica constante.

Considerando que el 58.3% de la muestra optaría por combinar la modalidad presencial y virtual y un 16.7% únicamente estudiaría de forma virtual, es relevante considerar las respuestas y percepciones como una forma de mejorar la práctica docente y la importancia de compaginar el uso de recursos tecnológicos en ella.

Un análisis a mayor detalle y con perspectiva de género arroja que las mujeres encuestadas (74% de la muestra total) opinan que sus profesores durante la pandemia utilizaron los recursos tecnológicos “satisfactoriamente” o “muy satisfactoriamente”, mientras que un 28% de los hombres reporta una satisfacción parcial. Asimismo, todas las estudiantes coincidieron en que existió mejoría en los procesos académicos y el uso de las herramientas tecnológicas por parte de los profesores comparando el primer semestre y el segundo semestre durante el confinamiento, mientras que el 28% de los hombres reportan una mejoría parcial cuya explicación amerita un estudio posterior.

5. Conclusiones

En términos generales, el periodo de confinamiento produjo en los estudiantes de MAGDE algunos desajustes en el desarrollo de los cursos ya que, no obstante que la institución ofreció algunas herramientas tecnológicas de acceso libre y otras con licencias de uso institucional acompañadas de videotutoriales, los docentes las usaron de acuerdo con sus capacidades digitales y con sus preferencias muy diferentes a las que los estudiantes tenían. Sin embargo, de acuerdo con las percepciones de los estudiantes se advirtió una mejora en el desarrollo de los cursos en el tránsito de los primeros a los últimos semestre durante la pandemia. Los estudiantes contaron con una aceptable infraestructura tecnológica, aunque con fallas recurrentes de conectividad.

Respecto a la mediación tecnológica, en sentido vygostkiano, se infiere que el uso docente de las herramientas y recursos digitales fue escaso, sin embargo hasta cierto punto fue explicable por el confinamiento que obligó a una educación remota de emergencia.

Sin embargo, el periodo de la pandemia no sólo presentó obstáculos y problemas para MAGDE, sino también aspectos positivos para mejoras y cambios, entre otras:

Para los estudiantes, la experiencia de estudiar de manera remota ante la emergencia sanitaria les permitió valorar el uso de las TIC en sus procesos de formación. Llama la atención el uso predominante que los estudiantes hicieron de dispositivos móviles como laptops, celulares y algunos el uso de tabletas. Además es significativo que un alto porcentaje de ellos (75%) mencione sus preferencias de inscripción en modalidad híbrida o virtual para el siguiente periodo escolar seguramente por sus favorables grados de satisfacción respecto no sólo al uso de las TIC que hicieron los profesores, sino también de las prácticas de comunicación, realimentación y seguimiento aplicadas por varios de ellos.

Por otro lado, los estudiantes dieron sugerencias valiosas que apuntan a la necesidad de acciones de capacitación para los profesores para un uso educativo mayor de nuevas herramientas tecnológicas que posibiliten una mediación tecnológica acordes con los planteamientos constructivistas, entre otros inspirados en Vygotski.

6. Referencias

- [1] CEPAL-UNESCO (2020). La educación en tiempos de la pandemia de Covid-19. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/c29b3843-bd8f-4796-8c6d-5fcb9c139449/content> [Último acceso: 22 09 2023]
- [2] Hodges, Ch., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., y Bond, A. (2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. *Educause Review*. <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning> [Último acceso: 03 09 2023]
- [3] Bautista Jacobo, Alejandrina; Quintana Zavala, María Olga y González Lomelí, Daniel. (2023). La enseñanza remota de emergencia durante la pandemia por la covid-19: experiencias en universitarios mexicanos. *Apertura*, 15(2), 54-73. <http://dx.doi.org/10> [Último acceso: 28 09 2023]
- [4] Sánchez Mendiola, M., Martínez Hernández, A. M., Torres Carrasco, R., de Agüero Servín, M., Hernández Romo, A. K., Benavides Lara, M. A., Rendón Cazales, V. J. y Jaimes Vergara, C. A. (2020). Retos educativos durante la pandemia de covid-19: una encuesta a profesores de la UNAM. *Revista Digital Universitaria (RDU)* Vol. 21, núm. 3 mayo-junio. doi: <http://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2020.v21n3.a12> [Último acceso: 28 09 2023]
- [5] Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (2021). Informe de la Encuesta Nacional COVID-19: La Comunidad Estudiantil ante la Emergencia Sanitaria. http://www.anuies.mx/media/docs/avisos/pdf/Informe_COVID19.pdf [Último acceso: 03 09 2023]
- [6] Secretaría de Educación Pública. (2020). Acciones de las Instituciones de Educación Superior durante la emergencia sanitaria. Disponible en <https://educacionsuperiordurantedecovid.anuies.mx/> [Último acceso: 04 09 2023]
- [7] Instituto Politécnico Nacional. (2020). Acuerdo Nacional por la Unidad en la Educación Superior frente a la emergencia sanitaria provocada por el COVID-19. <https://educacionsuperiordurantedecovid.anuies.mx/wp-content/uploads/2020/06/Instituto-Polit%C2%AEcnico-Nacional-D.pdf> [Último acceso: 03 09 2023]
- [8] Coll, C. Mauri, T. & Onrubia, J. (2008). La utilización de las tecnologías de la información y la comunicación en la educación: del diseño tecno-pedagógico a las prácticas de uso. En Coll, C. & Monereo, C. (Eds.) *Psicología de la educación virtual*. (pp. 74-103). Morata.
- [9] Instituto Politécnico Nacional. (2023). Misión, visión y objetivos de MAGDE. <https://www.sepi.escasto.ipn.mx/oferta-educativa/magde/coordinacion/mision-vision-y-objetivos.html> [Último acceso: 03 09 2023]

Implementación de una propuesta de enseñanza semipresencial de Óptica utilizando recursos virtuales

Graciela Serrano¹, Silvia Clavijo¹, Daniela Mauceri¹

¹ Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria. Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)
gserrano@fcai.uncu.edu.ar; scclavijo@fcai.uncu.edu.ar; dmauceri@fcai.uncu.edu.ar

Resumen. Este trabajo sintetiza la experiencia de diseñar, implementar y evaluar una propuesta de enseñanza semipresencial de Óptica, en un curso de Física destinado a estudiantes de segundo año de ingeniería. La propuesta complementó instancias de aprendizaje autónomo y no presencial con talleres presenciales de resolución de problemas. La experiencia, que se realizó de manera intensiva durante tres semanas cada año, se llevó a cabo durante tres años hasta 2019 y permitió, con una secuencia de investigación de diseño, ir reajustando la misma a partir de las sucesivas implementaciones. Las habilidades y formas de estudio desarrolladas resultaron fundamentales para preparar a estudiantes y docentes de la cátedra para asumir los desafíos que supusieron las formas de enseñanza que dominaron el escenario educativo durante las restricciones a la presencialidad devenidas de la pandemia COVID 19.

Palabras clave: Educación mediada por TIC. Óptica. Educación universitaria.

1. Introducción

El trabajo aquí presentado recopila, a modo de resultados cualitativos de investigación, las conclusiones y reflexiones de las experiencias de enseñanza de Óptica mediadas por TIC realizadas durante tres ciclos lectivos. La propuesta resultó novedosa en el momento de implementarse inicialmente, 2017, por cuanto la tradición educativa en la facultad en la que se instrumentó era fuertemente de enseñanza presencial.

El equipo de cátedra consideró que sería valioso iniciar la elaboración e implementación de materiales para el dictado y cursado de algunas unidades de la asignatura, para favorecer la implementación del uso de los entornos virtuales en las carreras de pregrado según demandaba la normativa vigente [1]. La experiencia sería original para una asignatura del ciclo básico con aproximadamente 100 estudiantes por año y enriquecedora para otras cátedras del área de ciencias experimentales, pero sin duda no resultaría sencillo elaborar la propuesta por parte de los docentes de la asignatura y lograr que los estudiantes se emanciparan de la presencia del profesor para realizar sus aprendizajes.

Al momento de seleccionar la unidad para elaborar la propuesta, se consideraron investigaciones en enseñanza de la Física que señalan que los estudiantes presentan inconvenientes en la comprensión de los fenómenos de óptica geométrica y óptica física [2], [3], debido, principalmente, a la escasa conceptualización de los significados de

esta parte de la Física y a la dificultad de relacionarlos con sus conocimientos previos [4]. Por parte del equipo de cátedra se tenía el conocimiento que los estudiantes presentaban dificultades para poder conectar la descripción formal de la formación de imágenes con lo que se ve en dispositivos ópticos sencillos, comprender conceptualmente el proceso de formación de imágenes, especificar los cambios que se pueden dar en una figura de interferencia o de difracción de acuerdo con los parámetros del sistema utilizado, brindar una interpretación de un fenómeno de polarización.

Bajo este contexto, en 2017 se diseñaron actividades pensadas para tres semanas de clases, y para ser implementadas de manera virtual durante el cursado del segundo semestre. De esta manera se logró conformar una base de actividades virtuales alojadas en la plataforma institucional de la Facultad, que permitió orientar los aprendizajes de los estudiantes, y desarrollar la capacidad del equipo de cátedra para abordar todas las temáticas de la asignatura para el dictado de clases no presenciales durante el período de aislamiento impuesto por la pandemia COVID 19.

2. Contenido

El objetivo de la experiencia aquí informada fue diseñar y organizar herramientas mediadas por TIC para realizar el dictado de contenidos de Óptica en condiciones de no presencialidad, pensada y ejecutada en una universidad pública de la Argentina y destinada a estudiantes de ingeniería. Se eligió la unidad de Óptica (la última del programa de la asignatura) considerando las dificultades mencionadas y teniendo en cuenta que los estudiantes ya habían adquirido habilidades procedimentales de manejo de plataforma y de recursos virtuales (como, por ejemplo, laboratorios virtuales y laboratorios remotos). Se diseñó una secuencia de actividades que le permitieran al estudiante, liberado de asistir a la facultad durante la carga horaria de las clases en las tres semanas que duró la experiencia, hacer un aprendizaje más personalizado y adaptado a sus propios ritmos de estudio. Con una investigación de diseño [5] se utilizaron los resultados obtenidos en la primera implementación de la experiencia para rediseñar las actividades para futuras aplicaciones.

2.1. Población

La población estuvo conformada por la totalidad de los estudiantes de carreras de Ingeniería que cursaron durante 2017, 2018 y 2019 Física II en una universidad pública argentina. En promedio 100 estudiantes por año de cursado, de edades promedio 22 años. Aquellos que no disponían de recursos tecnológicos personales propios para acceder a las guías didácticas, podían hacerlo en las computadoras de la Facultad.

2.2. Los materiales

Los materiales de trabajo diseñados por los docentes para las diferentes actividades fueron alojados en la plataforma (<https://campus.fcmai.uncu.edu.ar/>), y se encontraban disponibles desde un mes antes de iniciar las tareas, de manera que los interesados pudiesen ir recorriendo los diferentes recursos. En la presentación inicial los estudiantes disponían de la organización general de la unidad, cronograma de trabajo con

actividades obligatorias y complementarias, individuales o grupales, fechas de entregas de informes.

Entre las tareas a realizar se encontraron: guías de lectura (con preguntas que llevaran a la reflexión de lo leído), ejercicios de aplicación del tema, secuencia de observación de videos con preguntas orientativas, guías de trabajos de laboratorio virtual y remoto con indicaciones de acceso y de registro de datos a fin de potenciar el uso de estas herramientas virtuales para complementar el aprendizaje de la física. Para los laboratorios se elaboraron videos propios explicativos e introductorios del tema. También dispusieron de foros de discusión y foros de preguntas, cuestionarios de autoevaluación y de evaluación.

En el primer año de implementación las actividades fueron 100% gestionadas de manera virtual, utilizando los diferentes recursos que ofrecía la plataforma Moodle y las actividades diseñadas por la cátedra. En el segundo año, a partir de las evaluaciones del curso y de las sugerencias de estudiantes, se llevaron a cabo dos talleres presenciales: uno de resolución de problemas y otro de laboratorio real, en función de las sugerencias de los estudiantes del curso anterior, y esta situación se consideró adecuada para repetir en el curso 2019, llegando al 80% de las clases con cursado virtual. Los talleres presenciales (desarrollados luego de la primera edición del curso) fueron puestos en marcha en el laboratorio y el aula, y tomaron como guía las experiencias de laboratorio real y problemas, estimulándose la participación de los estudiantes y la discusión grupal y con los docentes para acompañar en la formación de los marcos teóricos del tema bajo estudio.

3. Los resultados

Los estudiantes inicialmente fueron reacios a esta nueva forma de aprender: a ser los gestores de sus propios aprendizajes, lo cual es natural considerando las experiencias educativas por la que habían transitado, fuertemente ligadas a una cultura de transmisión del conocimiento. Sin embargo, en la evaluación final del curso, realizada por un formulario autosuministrado de google sites, observaron las ventajas de no depender de horarios y de que los docentes estén en el aula, y que pueden repetir “las actividades” sin muchos inconvenientes las veces que consideraron necesarias.

Para el grupo docente, esta metodología de trabajo favoreció el desarrollo de habilidades de elaboración de materiales para educación semipresencial, el afianzamiento del trabajo en equipo y colaborativo y el aprendizaje del empleo de recursos TIC ya no como herramientas, sino como verdaderos asistentes pedagógicos, los cuales son factibles de ser implementados en la educación superior universitaria, y, obviamente, la conformación de recursos disponibles en plataforma para futuros cursados. Para los estudiantes el trabajo en esta modalidad no presencial o semipresencial permitió afianzar destrezas al realizar laboratorios desarrollando habilidades de búsqueda e interpretación de información en diferentes registros, estrategias de trabajo colaborativo, habilidad de comunicación de resultados y desarrollos fundamentados en diferentes formatos, capacidad de aprendizaje autónomo. El estudiantado valoró positivamente los talleres presenciales de resolución de

problemas luego del estudio autónomo de los conceptos teóricos y las primeras aplicaciones, también el uso de laboratorios virtuales para el aprendizaje, y los videos.

Para la Facultad la experiencia supuso importantes aportes: afianzamiento de grupos de estudio vinculados a la educación en ciencias, formación de estudiantes en el uso de TIC y desarrollo de instancias educativas mediadas por TIC.

4. Conclusiones

Si bien la experiencia aquí informada no es actual, los autores consideraron relevante difundirla por los aportes que proporcionaron a la cátedra en la que se enmarcó la misma. La valoración de la misma es cualitativa, desde las reflexiones del equipo docente y de los estudiantes involucrados.

Los estudiantes, que inicialmente ofrecieron resistencia a aprender de una manera no presencial y diferente a la que estaban acostumbrados, reconocieron al finalizar la experiencia las bondades de una metodología híbrida de enseñanza, en la que se combinaran recursos virtuales con instancias presenciales de revisión de contenidos a través de la resolución de problemas y la realización de experiencias de laboratorio real. Los docentes pudieron afianzar habilidades de trabajo virtual que serían fundamentales para acompañar los aprendizajes durante el cursado en situaciones de no presencialidad.

El uso de recursos educativos mediados por TIC en una plataforma permiten aumentar el grado de autonomía de los estudiantes, y posibilitar el acceso y disponibilidad del conocimiento. Esto requiere un importante grado de involucramiento por parte de docentes, grupos de investigación y autoridades institucionales, para diseñar actividades adecuadas a los requerimientos de los planes de estudio y condiciones de los estudiantes destinatarios de las mismas.

5. Referencias

- [1] Ordenanza 02/2014 de la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina. Marzo 2014
- [2] M. Pesa, L. Cudmani y J. Salinas, «Transferencia de los resultados de la Investigación educativa en el aprendizaje de la Óptica», *Revista de Ensino de Física*, vol. 15, pp. 42-52, 1993.
- [3] J. Salinas, J. y J. Sandoval, «Objetos e imágenes reales y virtuales en la enseñanza de la Óptica Geométrica», *Revista de Enseñanza de la Física*, vol. 12, n°2, pp. 23-26, 1999.
- [4] S. Bravo y M. A. Pesa, «Evaluación del aprendizaje de interferencia y difracción de la luz en el laboratorio de Física» *Investigacoes em Ensino de Ciencias*, vol. 21, n°2, pp. 68-104, 2016
- [5] B. Benito Crosetti y J. M. Salinas Ibáñez, «La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa» *RiiTE: Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 2016.

Propuesta de taxonomía aplicada a asignatura de grado

Bruno Jaime ¹, Cinthia Vegega ¹, María F. Pollo-Cattaneo ¹

¹ Grupo GEMIS. Universidad Tecnológica Nacional.
Facultad Regional Buenos Aires, Argentina.

{brunoe.jaime, cinthia.vegega, flo.pollo}@gmail.com

Resumen. En este trabajo se realiza una taxonomía del concepto “Ingeniería en Sistemas de Información”, usando una metodología que consta de cinco etapas. Este concepto es fundamental para aquellos estudiantes que comienzan a cursar la carrera de grado Ingeniería en Sistemas de Información, dentro de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina. Dada su importancia es abordado en la primera asignatura que los estudiantes cursan, denominada Sistemas y Procesos de Negocio.

Palabras clave: Taxonomía. Inteligencia Artificial. Ingeniería en Sistemas de Información. Ingeniería del Conocimiento.

1. Introducción

La Inteligencia Artificial es una disciplina del ámbito de la computación y los sistemas de información, que pretende simular computacionalmente comportamientos humanos que pueden ser considerados como inteligentes [1]. Incluye diversas ramas, entre las cuales se encuentra el aprendizaje automático, la ingeniería del conocimiento o el procesamiento de lenguaje natural, entre otras. La ingeniería del conocimiento está relacionada con la adquisición, representación y el procesamiento del conocimiento, con el objeto de desarrollar Sistemas Expertos (SE), los cuales son sistemas basados en conocimiento humano capturado en una computadora para resolver problemas que normalmente requieren de expertos humanos [2]. El desarrollo de estos sistemas es mediante la adquisición y representación del conocimiento. Las ontologías son herramientas que sirven para la representación del conocimiento con el objetivo de interpretar las inferencias de los SE. Se trata de un sistema de términos que expresa las relaciones entre ellos por medio de un lenguaje formal que puede ser entendido por una computadora, y comparte el vocabulario y su estructuración con los lenguajes de descriptores, los tesauros y las taxonomías los cuales forman parte de los tipos de sistemas de organización del conocimiento [3].

El término taxonomía es ampliamente utilizado en la rama de la biología para ordenar grupos de organismos en forma jerárquica y sistemática [4]. Esto permite que millones de elementos que pueden verse como caóticos, se asocien según similitudes y jerarquías, dando lugar a un mejor entendimiento de cada organismo [5].

Se puede definir a la taxonomía como la ciencia que trata de los principios, métodos y fines de la clasificación, y procura la organización jerarquizada y sistemática, dando nombres a grupos de elementos y a los elementos mismos. De esta manera, permite construir un vocabulario controlado en donde todos los términos están conectados mediante algún modelo estructural [6].

Existe una fuerte relación entre los sistemas de organización del conocimiento y los sistemas de representación del conocimiento [7]. Los primeros, trabajan a un nivel conceptual y utilizan el lenguaje para describir conceptos, mientras que los segundos, buscan formalizar estas expresiones con el objetivo de realizar razonamiento similar al de un ser humano.

De esta manera, se puede determinar la importancia que tienen las taxonomías en el ámbito de la Inteligencia Artificial. El siguiente diagrama describe, paradójicamente una taxonomía que refleja esta importancia.

- Inteligencia Artificial
 - o Ingeniería del Conocimiento (Sistemas Expertos)
 - Adquisición del Conocimiento
 - Representación del Conocimiento
 - Organización del Conocimiento
 - o Ontologías
 - o Taxonomías
 - o Tesoros
 - o ---
 - Razonamiento del Conocimiento
 - ---
 - ----
 - o Aprendizaje Automático
 - o Procesamiento de Lenguaje Natural
 - o ---

En este contexto, el presente trabajo continúa la línea de investigación del trabajo “Ejemplo de Ontología aplicada a Asignatura de Grado” [8] presentado en el 10mo Congreso Nacional de Ingeniería Informática y Sistemas de Información (CONAISI 2022), en el que se desarrolla una ontología acerca del concepto Ingeniería en Sistemas de Información. En este caso, se profundiza sobre la taxonomía asociada a este mismo concepto. La taxonomía desarrollada se aplica en la materia Sistemas y Procesos de Negocio (primer año de cursada de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina) en la cual se aborda este concepto desde el primer día de cursada. Para ello, en primera instancia, se describe la construcción de la taxonomía considerando una metodología que incluye cinco etapas (sección 2), para luego presentar las conclusiones y futuras líneas de trabajo (sección 3).

2. Construcción de la Taxonomía

Dado que no existe una estandarización en cuanto a la construcción de taxonomías, en este caso, se considera una metodología que consta de cinco etapas [9]:

- 1) *Determinación de la realidad*: es la determinación de entidades, áreas de conocimiento, entre otros conceptos, que serán representadas por la taxonomía. Se debe definir con claridad el área sobre la que se trabajará, establecer límites y alcances.
- 2) *Establecimiento de términos*: involucra obtener información y evaluar los términos apropiados.
- 3) *Normalización de términos*: consiste en determinar términos preferentes y dar una forma correcta y consistente a todos los términos de la taxonomía.
- 4) *Creación de categorías*: es la estructuración de la taxonomía, considerando relaciones de equivalencia, jerarquía y semántica.
- 5) *Estructuración en un programa*: software en el cual se pueda desarrollar la taxonomía construida.

A continuación, se estable lo realizado en cada una de las etapas.

Determinación de la Realidad

Considerando el término “Ingeniería en Sistemas de información” [10] se determina la realidad comprendida de la siguiente manera: La Ingeniería es una disciplina que implica que el profesional sea capaz de construir dispositivos, artefactos o mecanismos (producto solución) que, dado su buen uso, solucionan un problema. Para ello, aplica una determinada metodología, la cual utiliza herramientas y técnicas basados en los principios de las ciencias básicas (física, química, matemática).

Existen distintas ramas de la ingeniería tales como Ingeniería en Sistemas de Información, Eléctrica, Mecánica, etc. En el caso de la Ingeniería en Sistemas de Información, el campo de estudio son los Sistemas de Información, entendiéndose a estos como sistemas capaces de recolectar, almacenar, procesar y distribuir información en tiempo y forma para la toma de decisiones dentro de una organización, considerando la información como una pirámide de estados que incluye: datos, noticia, conocimiento y sabiduría [10].

Para ser un profesional de Ingeniería en Sistemas de Información, una persona debe estudiar la carrera de grado correspondiente. Considerando la carrera ofrecida por la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional de Buenos Aires, se incluye un plan de estudios de cinco años, en el cual se determinan las asignaturas que deben aprobarse para recibir el título. A su vez, la carrera incluye la descripción de las incumbencias profesionales y el perfil del egresado [11].

Establecimiento de Términos

En cuanto al establecimiento de términos, se debe definir cuáles son las entidades que permiten realizar una correcta organización del conocimiento. Existen diferentes técnicas para realizar una correcta extracción de términos [9]. Entre ellas se encuentran:

- Reúso de terminología existente: se obtiene a partir de taxonomías o instrumentos de representación del conocimiento preexistentes.

- Revisión terminológica: consiste en extraer las estructuras que pueden considerarse como entidades para construcción de la taxonomía.
- Procesamiento de lenguaje natural: mediante mecanismos computacionales, se busca procesar terminologías a partir de estructuras textuales.

Para este caso, se utiliza la revisión terminológica, extrayendo los conceptos que resultan relevante. A continuación, se mencionan los términos que se consideran importantes para ser parte de la taxonomía que define a la Ingeniería en Sistemas de Información:

- Ingeniería
- Ingeniero
- Ingeniería en Sistemas de Información
- Dispositivo
- Artefacto
- Mecanismo
- Producto Solución
- Metodología
- Herramienta
- Técnica
- Ciencia Básica
- Física
- Química
- Matemática
- Campo de Estudio
- Sistemas de Información
- Recolectar
- Almacenar
- Procesar
- Distribuir
- Información
- Dato
- Noticia
- Conocimiento
- Sabiduría
- Carrera de Grado
- Plan de Estudios
- Incumbencias Profesionales
- Perfil Profesional

Normalización de Términos

En cuanto a la normalización de los términos, se decide utilizar palabras en singular para todos los términos. Además, se transforman los términos referentes a las capacidades de un sistema de información: recolectar, almacenar, procesar y distribuir a sustantivos, para mantener una coherencia en la terminología, quedando de la siguiente manera:

- Recolectar: Recolección
- Almacenar: Almacenamiento
- Procesar: Procesamiento
- Distribuir: Distribución

Creación de Categorías

Teniendo en cuenta la realidad definida y los términos establecidos, se deben realizar agrupamientos de entidades.

Existen distintos principios para la creación de categorías según la información y los mecanismos en que se basa el agrupamiento [12]. Algunos principios son: enumeración, propiedades individuales, múltiples propiedades y jerarquía, probabilística, similitudes y la categorización basada en teoría y objetivos. En este caso, se usa el principio de múltiples propiedades para definir las categorías. Una de las formas de este principio consiste en utilizar diferentes propiedades para subconjuntos de recursos. Es conveniente la adopción de esta metodología ya que es una forma de organizar múltiples dominios, en el cual, cada uno posee un conjunto separado de categorías. Esto es particularmente beneficioso cuando el dominio de estudio no posee una estructura jerárquica muy definida.

- Ingeniería
 - Ciencia Básica
 - Matemática
 - Física
 - Química
 - Metodología
 - Herramienta
 - Técnica
 - Producto Solución
 - Artefacto
 - Dispositivo
 - Mecanismo
 - Ramas de la Ingeniería
 - Ingeniería Eléctrica
 - **Ingeniería en Sistemas de Información**
 - Campo de Estudio
 - Sistemas de Información
 - **Ámbito de Actuación**
 - Organizaciones
 - Estados de la Información
 - Dato
 - Noticia
 - Conocimiento
 - Sabiduría
 - Funciones
 - Almacenamiento

- Distribución
 - Procesamiento
 - Recolección
 - Objetivo
 - Toma de Decisiones
- Carrera de Grado
 - Incumbencias Profesionales
 - Perfil Profesional
 - Plan de Estudios
 - Primer Nivel
 - Álgebra y Geometría Analítica
 - Sistemas y Procesos de Negocio
 - ...
 - Segundo Nivel
 - Tercer Nivel
 - Cuarto Nivel
 - Quinto Nivel
- Ingeniería Mecánica

Estructuración de un Programa

La taxonomía es desarrollada en la aplicación web SharePoint de Microsoft [13]. Las organizaciones usan Microsoft SharePoint para crear sitios web. Se decide esta herramienta ya que pertenece al entorno institucional de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires.

Dentro de SharePoint, existe una sección llamada TermStore, donde se pueden administrar los términos que utiliza la organización mediante una taxonomía (Fig. 1).

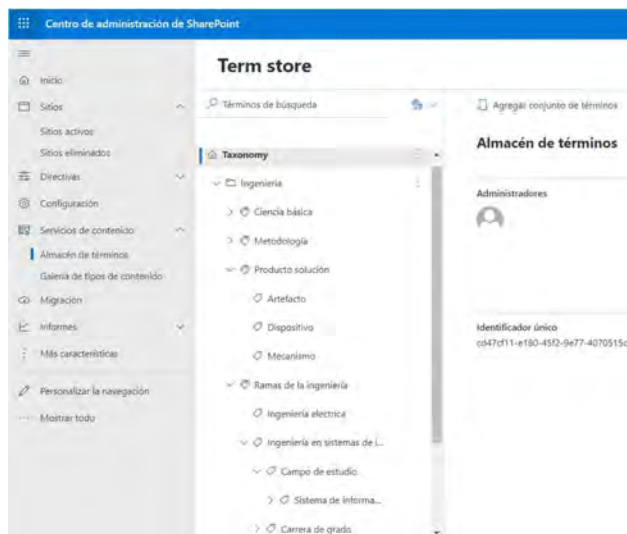


Fig. 1. Administración de Términos. [14]

La ventaja y el propósito de utilizar esta herramienta, es que permite incluir los términos de la taxonomía como metadatos en distintos recursos compartidos propios de SharePoint (bibliotecas y listas) y generar un sistema de organización de la información [15].

3. Conclusiones

En este trabajo se propone una taxonomía respecto del concepto de Ingeniería en Sistemas de información, con el objetivo de aportar una organización jerárquica de esta definición. Junto a otros tipos de sistemas de organización del conocimiento, tales como las ontologías, se busca generar un entorno en el cual pueda representarse este conocimiento dentro de un Sistema Experto, en el contexto de la Ingeniería del Conocimiento. A su vez, intenta ser un punto de partida para discutir y mejorar esta taxonomía y al mismo tiempo poder extenderla incluyendo y profundizando más conceptos. Como futuras líneas de trabajo se propone:

- Hacer uso de las prestaciones de la taxonomía desarrollada para la búsqueda de información en SharePoint.
- Complementar la taxonomía y ontología propuesta de Ingeniería en Sistemas de Información con el objetivo de sentar las bases para la representación del conocimiento que pueda ser aplicado en un Sistema Experto.
- Ampliar y/o profundizar el alcance de la taxonomía desarrollada.

4. Referencias

- [1] J. A. Olivas Varela, «Inteligencia artificial, Inteligencia computacional y análisis inteligente de datos,» Planeta Formación y Universidades, 2021.
- [2] S. Badaro, L. J. Ibañez y A. Martín, «Sistemas expertos: fundamentos, metodologías y aplicaciones,» 2023.
- [3] F.-J. García-Marco, «Ontologías y organización del conocimiento: retos y oportunidades para el profesional de la información,» Profesional De La información, 16(6), 2007.
- [4] RAE, «Diccionario de la lengua española,» 10 Agosto 2023. [En línea]. Available: <https://dle.rae.es/taxonomía>.
- [5] B. Veschi, «Etimología, Origen de la palabra,» Abril 2019. [En línea]. Available: <https://etimologia.com/taxonomia/>.
- [6] F. Díaz Piraquive y G. V. Medina, «Taxonomía, ontología y folksonomía, ¿qué son y qué beneficios u oportunidades presentan para los usuarios de la web?,» Revista Universidad Y Empresa, 11(16), 242-261, 2009.
- [7] J. Quin, «Knowledge Organization and Representation under the AI Lens,» 2020.
- [8] B. Jaime, «Ejemplo de Ontología aplicada a Asignatura de Grado,» 2022.
- [9] A. S. Sánchez y A. L. Hernández, «Taxonomías digitales: fundamentos teóricos y metodología de construcción,» E-Ciencias de la Información [online]. 2020, vol.10, n.1, 2020.
- [10] M. F. P. Cattaneo, «Resolviendo problemas en los sistemas de información,» Buenos Aires, 2018, pp. 15-29.
- [11] F. R. B. A. Universidad Tecnológica Nacional, «Ingeniería en sistemas de información,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.frba.utn.edu.ar/sistemas/incumbencias-profesionales>.
- [12] R. J.-. Glushko, «Principles for Creating Categories,» de *The Discipline of Organizing: 4th Professional*, University of California, Berkeley, 2013, pp. 641-677.
- [13] Microsoft, «SharePoint,» 2023. [En línea]. Available: <https://support.microsoft.com/es-es/office/-qu%C3%A9-es-sharepoint-97b915e6-651b-43b2-827d-fb25777f446f#:~:text=Las%20organizaciones%20usan%20Microsoft%20SharePoint,Internet%20Explorer%2C%20Chrome%20o%20Firefox..>
- [14] Microsoft, «Term Store,» 2023. [En línea]. Available: https://ambientandofiestas-admin.sharepoint.com/_layouts/15/online/AdminHome.aspx#/termStoreAdminCenter.
- [15] Microsoft, «Introduction to manage web,» 2023. [En línea]. Available: <https://learn.microsoft.com/en-us/sharepoint/managed-metadata>.

Influencia de los glitches en el aprendizaje

Eparco Blanco Bailón¹, Héctor del Castillo Fernández², José Amelio Medina Merodio¹

¹ Departamento de Ciencias de la Computación
Escuela Politécnica Superior
Universidad de Alcalá
28871 Alcalá de Henares (Madrid)

² Departamento de Ciencias de la Educación
Facultad de Educación
Universidad de Alcalá
19001 Guadalajara (Castilla la Mancha)

eparco.blanco@edu.uah.es; hector.delcastillo@uah.es; josea.medina@uah.es;

Resumen. El videojuego es uno de los pasatiempos más practicados en todas las edades, motivo por el cual puede ser interesante su uso en el aula. En este trabajo proponemos hacer uso de los glitches; errores no necesariamente dañinos para el software, para centrar en ellos el aprendizaje de lenguajes de programación y el pensamiento computacional a nivel de bachillerato. Para ello, realizamos una encuesta para conocer los videojuegos favoritos de los alumnos, y a partir de las respuestas diseñamos una serie de ejercicios con glitches. Analizamos los factores que afectan en el uso de estos errores en la enseñanza, a partir de este estudio hemos propuesto un modelo y un cuestionario que nos permite aceptar o rechazar las hipótesis propuestas. Los resultados obtenidos en el análisis indican que factores como el disfrute o la usabilidad afectan positivamente en el afianzamiento de conceptos informáticos, y que otros como la confianza no influyen tanto. Las conclusiones obtenidas en este trabajo indican que es muy importante hacer uso de metodologías activas en el aprendizaje, sobre todo en el uso de los videojuegos y de componentes reales en el aula. También hemos podido observar que cuando un ejercicio es entretenido y divertido el alumno lo realizará con una motivación mayor.

Palabras clave: Glitch, Videojuegos, Enseñanza, Modelo, Factor, Habilidades digitales, Conocimiento, Influencia Social, Usabilidad, Facilidad de uso, Actitud, Disfrute, Aprendizaje, Confianza, Satisfacción

1 Introducción

El creciente uso de las nuevas tecnologías y la necesidad de las competencias digitales en el día a día hacen que cada vez tenga más relevancia la enseñanza de tecnología, programación y el uso del ordenador y dispositivos móviles en las aulas. Para ello, se han planteado varias soluciones como veremos a continuación, entre los que se encuentran la implantación de sistemas digitales, y el uso de videojuegos en el aprendizaje.

Según el informe de datos y cifras del Ministerio de Educación y Formación Profesional en el curso 2018/2019 la media de centros públicos con aulas dotadas de Sistemas Digitales Interactivos no superaba el 60%, siendo superada únicamente por 8 comunidades autónomas, entre ellas Madrid, y las dos ciudades autónomas. [1].

Según los resultados del estudio realizado por Everis y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) en 2016, los españoles por lo general desconocen qué es la computación. Esta falta de conocimiento supone una barrera crítica para comprender la importancia y el valor de su aprendizaje desde edades tempranas. Los resultados muestran que un 82% de los padres y un 76% de los alumnos de entre 12 y 16 años no están familiarizados con las enseñanzas que tiene esta disciplina. [2]

En 2017 la Royal Society investigó los cambios en las opiniones de los estudiantes sobre programación desde 2012 [3]. Mediante el proyecto Science Education Tracker (SET) se realizó una encuesta a una muestra de 4.000 jóvenes de entre 14 y 18 años en escuelas financiadas por en Reino Unido. Su objetivo era explorar actitudes y experiencias de los jóvenes sobre las disciplinas y las carreras, incluyendo la Programación. Las razones más mencionadas por los alumnos que no estudiaban Programación fueron la falta de interés en la materia, la ausencia de la asignatura en su centro o la prioridad que le daban a otras materias. Cabe destacar que el 11% de los encuestados manifestó su interés en la carrera de Programación, siendo esta la tercera opción más popular dentro de las carreras de ámbito científico. Por otro lado, solo un 3% de las mujeres mostraron interés en la Programación como carrera.

Entre las metodologías más relevantes en la actualidad se encuentra la gamificación. Zicherman en 2011 la definió como “el uso de los juegos, con ciertos objetivos, en los distintos ámbitos de la enseñanza”. Es decir, a través de los juegos podemos diseñar actividades creativas e innovadoras para enseñar cualquier concepto. [4]

El presente artículo es una continuación del estudio de los factores que afectan en el uso de glitches en videojuegos, cómo funcionan y su usabilidad [5]. A diferencia del anterior este trabajo se centra en examinar su utilidad en el campo de la enseñanza y varios ejercicios prácticos realizados con estudiantes de bachillerato. Esta continuación pretende ampliar y enriquecer el conocimiento previamente compartido, brindando a nuestros lectores una visión diferente y completa de los posibles usos de los glitches.

Por ello, el objetivo de este proyecto es estudiar los factores que afectan en el uso de los glitches en el aprendizaje, para ello, mostraremos una visión general de qué son los glitches, los beneficios de los videojuegos en el aula y ejercicios planteados, y realizaremos un modelo analizando todos los factores e hipótesis planteadas.

2 El juego como herramienta didáctica

En las últimas décadas, los videojuegos se han ido abriendo paso en la vida de niños y adolescentes, así como en la sociedad en general. Los videojuegos han alcanzado altos niveles de consumo, y son utilizados por la juventud y los adultos. Permiten que las familias se diviertan frente a la pantalla, llegando de esta forma a los hogares. Por estos motivos, no debemos ignorar que puedan tener un gran potencial en la educación.

Dentro de los videojuegos podemos diferenciar una gran variedad de géneros. Algunos ejemplos pueden ser Super Mario Bros como juego de plataformas, Pokémon

como juego de rol y Street Fighter como juego de lucha, entre otros muchos. Centrándonos en el contexto educativo, es imprescindible diferenciar cómo vamos a darle un uso dentro del aula, puesto que podemos usarlos como base del aprendizaje, como simulación o únicamente para dar contexto. [6] Los videojuegos como base del aprendizaje son todos aquellos juegos del género “educativo” y su finalidad principal es enseñar unos contenidos ya dispuestos. [7] En la enseñanza de tecnología y digitalización, encontramos juegos como CodeCombat que simula los juegos de rol.

Los videojuegos de simulación se utilizan principalmente en el aprendizaje inmersivo y es importante tener esto en cuenta a la hora de utilizarlos en la enseñanza [8]. La labor más importante del profesor durante el uso de videojuegos en el aprendizaje es que debe hacer consciente al alumno de cuáles son los contenidos que está adquiriendo mientras juega. El motivo principal se debe a que los juegos combinan varias características como toma de decisiones, necesidad de analizar consecuencias de los actos y las vivencias del jugador dentro del juego.

En este trabajo nos centraremos en el uso de los videojuegos como contexto educativo. Esta metodología nos permite poder utilizar el juego que nosotros queramos, o en nuestro caso los que seleccionen nuestros alumnos, para diseñar una serie de prácticas sobre los contenidos a tratar en la asignatura. De esta forma no solo desarrollamos las competencias que cubre el curriculum, sino que lo hacemos de una forma divertida y atractiva para el estudiante. Esta forma de diseñar los ejercicios hace que los jugadores reflexionen sobre los juegos como sistemas que han sido diseñados, y por lo tanto les sirve para desentrañar su funcionamiento interno.

3 Glitches como elemento formativo

Un glitch es un defecto en un videojuego que el jugador puede explotar para obtener ventaja. Estos fallos pueden tener diversas causas, desde problemas en el software y la programación hasta complicaciones relacionadas con el hardware. [9]

La búsqueda de glitches, errores y fallos en videojuegos o programas desempeña un papel crucial en el desarrollo de software. Estos fallos nos dan la oportunidad de aprender mucho sobre su funcionamiento interno, aunque no tengamos muchos conocimientos sobre el tema. [10] Es importante distinguir entre tres tipos de estudiantes cuando vayamos a utilizar glitches en el aprendizaje. [11] Con los alumnos que no tienen experiencia previa en el mundo de los videojuegos debemos centrarnos más en ellos en un inicio para enseñarles los mecanismos, las formas de interactuar con el juego y otra información esencial. Por otro lado, los que ya han jugado anteriormente, pero que no creen que haya errores inesperados, y sobre todo no dañinos, en un programa funcional como puede ser un videojuego. Por último, están los que ya están familiarizados con los glitches y errores de software. Dependiendo del nivel en el que se encuentre el estudiante, tendremos que actuar de diferente forma.

Para encontrar y entender los glitches deben hacer uso de estrategias como la ingeniería inversa, estudio de límites del mapa, pensamiento crítico o con prueba y error. Todas ellas son pruebas funcionales y pueden ser de varios tipos, tales como las relacionadas con las mecánicas, el arte, la interfaz y el sonido. También es interesante que cataloguen todos los descubrimientos que hagan, indicando qué consideran que

puede ocurrir en relación con lo realmente esperado, cómo han realizado los cambios y llegado a la solución, y finalmente plantear otros posibles arreglos.

De esta manera, fomentamos el pensamiento autónomo, la búsqueda de soluciones y la comprensión del funcionamiento interno de un programa, todo dentro de un entorno seguro y divertido en el que los estudiantes pueden experimentar tantas veces como deseen.

Durante las prácticas que hicimos con los alumnos, los errores en los que nos centramos fueron los que no afectan a toda la lógica del juego. La idea de los ejercicios es que los alumnos puedan ver los puntos clave de una forma guiada y solventarlos como se les ocurra, puesto que no hay una única solución correcta. [12]

4 Metodología

Este trabajo se centra en implementar el uso de glitches para mejorar la formación en programación y pensamiento computacional del alumnado mediante ejercicios. Estos ejercicios serán los finales de esta parte del temario de secundaria, por lo que intentarán abarcar todo lo visto en el trimestre.

Para ello, primero hemos adaptado la temática de la asignatura a los glitches, explicando qué son, los motivos por los que suceden, formas de evitarlos y los errores más comunes. Esto lo haremos con los juegos más votados por los alumnos de los grupos en una pequeña encuesta realizada en clase de forma presencial, veremos posibles soluciones y aprenderán la importancia de un código documentado y limpio.

Posteriormente se ha realizado un estado del arte de los factores que afectan al uso de glitches en la enseñanza, se analizará la relación entre estos factores y su dependencia, y por último se propondrá un modelo.

Con el fin de evaluar el modelo propuesto se ha desarrollado un cuestionario que nos permita aceptar o rechazar las hipótesis propuestas en el modelo, esta encuesta se distribuirá a los alumnos que hayan realizado los ejercicios, y seguidamente analizaremos los resultados.

El cuestionario fue distribuido de forma online mediante Google Forms. El grupo encuestado fueron un grupo de estudiantes de bachillerato del instituto Arquitecto Pedro Gumiel en Alcalá de Henares. La mayoría de los encuestados eran jugadores casuales de videojuegos.

Por último, hemos realizado un análisis de los resultados obtenidos y validación del modelo planteado y se ha propuesto nuevas líneas de investigación.

	Número	Porcentaje
Atributos	N=51	
Género		
Femenino	23	45.09%
Masculino	28	54.90 %
Total		100 %
Especialidad		
Ciencias y Tecnología	39	76.47 %
Humanidades y CCSS	12	23.53%
Total		100%
Edades	17-19	100%
Regiones geográficas	Alcalá de Henares, Madrid (España)	
Instrumento utilizado para recopilación de datos	Cuestionario online	
Fecha	Febrero y Marzo 2023	

Table 1. Distribución geográfica y edades de los estudiantes

5 Desarrollo y propuesta del modelo

En este apartado plantearémos los factores y las hipótesis que relacionan factores entre sí. Estos factores son las características que consideramos que más afectan en el uso de los glitches en el aprendizaje y han sido desarrollados uno a uno a lo largo de este trabajo mediante una revisión de la literatura. Todas estas hipótesis unidas conforman un modelo con inicio y fin. En nuestro caso el inicio son las habilidades digitales, los conocimientos previos y la influencia social, factores muy importantes que condicionan el uso de una tecnología nueva; y el final es la satisfacción del estudiante en la realización de los ejercicios planteados.

El modelo propuesto está compuesto por 10 factores y 15 hipótesis a partir de los cuales tratamos de desarrollar el modelo que permite observar la satisfacción de los estudiantes tras la realización de los ejercicios con glitches.

Las hipótesis que hemos definido son las siguientes:

H1: Las habilidades digitales afectan a la usabilidad de los glitches.

H2: Las habilidades digitales afectan a la facilidad de uso.

H3. Los conocimientos afectan a la utilidad percibida.

H4. Los conocimientos afectan a la facilidad de uso.

H5. La influencia social afecta en la usabilidad.

H6. La influencia social afecta en la facilidad de uso.

H7. La usabilidad afecta en la actitud frente a los glitches.

H8. La facilidad de uso afecta a la usabilidad.

- H9. La facilidad de uso afecta a la actitud frente a los glitches.
- H10. El disfrute afecta a la actitud frente a los glitches.
- H11. La actitud frente a los glitches afecta a la confianza.
- H12. La actitud frente a los glitches afecta en el aprendizaje.
- H13. La actitud frente a los glitches afecta en la satisfacción.
- H14. La confianza afecta en la satisfacción.
- H15. El aprendizaje afecta en la satisfacción.

A partir de los hallazgos encontrados en la literatura y una vez definidas las hipótesis en la figura 1 se muestra el modelo obtenido.

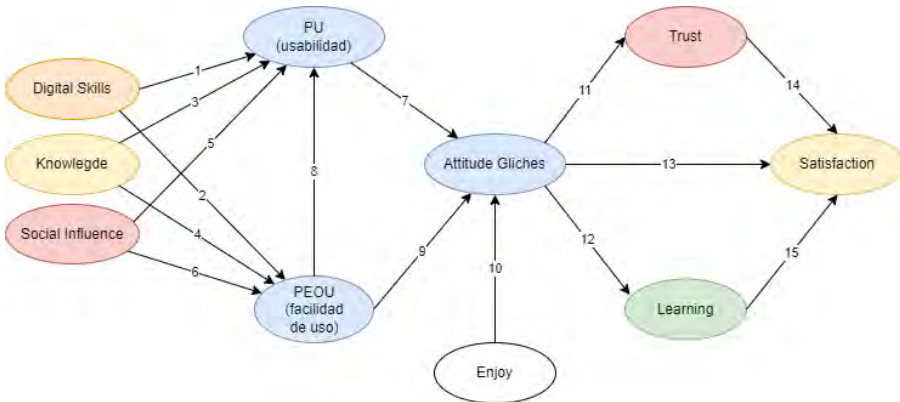


Fig. 1. Modelo Propuesto Final.

6 Resultados

Tras analizar el cuestionario hemos constatado que las hipótesis más relevantes son las relacionadas con las habilidades digitales, la facilidad de uso, el aprendizaje y la actitud frente a los glitches. En estos factores todas las hipótesis planteadas fueron aceptadas en su totalidad, con excepción de las hipótesis que relacionan la facilidad de uso con la actitud frente a los glitches, aceptada positivamente pero de forma leve; y la actitud frente a los glitches con el factor confianza.

Las relaciones entre la influencia social y la facilidad de uso, así como la usabilidad han sido aceptadas, al tener una correlación positiva leve tras analizar las respuestas.

También fueron aceptadas la relación entre disfrute con la actitud frente a los glitches; la usabilidad con la actitud frente a los glitches; y la que relaciona la confianza con la satisfacción del objetivo. La correlación de todas ellas ha sido muy positiva.

En los resultados podemos ver que el disfrute afecta positivamente a la facilidad de uso, a la usabilidad y al aprendizaje, y no solo a la actitud frente a los glitches como declaramos en un inicio. Queda también demostrado que las habilidades digitales y la facilidad de uso de un sistema son los factores que más influyen en el aprendizaje de la programación o de contenidos relacionados con la informática. La hipótesis que relaciona la actitud del alumno con el aprendizaje y la satisfacción del objetivo, han obtenido el mejor resultado de todo el cuestionario.

Por otro lado, el resto de las hipótesis que planteamos no fueron aceptadas, entre ellas las relacionadas con el factor de la confianza. El principal problema no reside en el factor, sino en su posición en el diagrama y la relación que tiene con el resto de las hipótesis. En el estudio de la literatura que hicimos la gran mayoría de artículos consultados relacionaban los factores en el sentido opuesto al que planteábamos.

Tampoco fue aceptado el factor del conocimiento previo, pero por una pequeña diferencia. El motivo de esto está posiblemente relacionado con el pequeño tamaño de la muestra utilizada en el estudio. Estos resultados, a pesar de no ser significativos en el resultado, aportan información útil al modelo.

Es destacable la relevancia que han tenido los glitches en los ejercicios realizados por los alumnos, y principalmente en la forma en la que los han resuelto. Esto es apreciable en el orden de realización de los ejercicios y lo involucrados que estaban con los mismos, en el que vemos que los han realizado según su motivación por el videojuego con el que estaba relacionado cada ejercicio.

Gracias a los resultados podemos observar cuáles son los factores más importantes y que por tanto debemos tener más en cuenta en el futuro.

7 Conclusiones y futuras líneas de investigación

Finalmente, llegamos a una serie de conclusiones tras la realización del trabajo. La primera de ellas es la importancia y relevancia del uso de metodologías activas en el aprendizaje, y sobre todo en el uso de los videojuegos y componentes reales en un aula. Esto lo podemos ver en el orden de realización de los ejercicios por parte de algunos alumnos, que prefirieron comenzar por ejercicios más complejos por el simple hecho de estar ambientado en un videojuego de su preferencia.

También hemos conseguido un modelo que nos indica qué factores son mejores o peores en el uso glitches en el aprendizaje, y hemos demostrado la validez de sus factores mediante un cuestionario con el que hemos encuestado a varios grupos de estudiantes de bachillerato.

Además, hemos podido ver que cuando un ejercicio es entretenido y divertido los alumnos los realizan con una motivación mayor. Si un glitch es llamativo y el alumno es consciente de que no hay peligro de estropear el juego o programa, sentirá curiosidad para intentar entender por qué sucede, y es posible que cuando lo descubra entienda situaciones en las que se haya visto mientras jugaba otras entregas en su tiempo libre.

Gracias a los resultados podemos ver cuáles son los factores más influyentes y que por lo tanto hay que tener más en cuenta en ampliaciones futuras. El factor que más nos ha sorprendido por los resultados obtenidos es el disfrute, el cual permite una ampliación del modelo. Y también la confianza, factor importante en el estudio, pero desde un enfoque diferente. Cabe remarcar que, al ser realizado en una muestra pequeña, puede sufrir cambios leves el estudio al aumentarla en un futuro.

Como futuras líneas de investigación se centrará en el análisis de las diferencias entre los grupos sobre los que hemos realizado las prácticas, con el fin de descubrir posibles cambios. También es interesante proponer a los alumnos diseñar sus propios programas con errores basados en glitches existentes para que otros compañeros los intenten solucionar.

Referencias

- [1] Ministerio de Educación y Formación Profesional, «Datos y cifras Curso escolar 2021/2022» 2022. [En línea]. Available: <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:b9311a59-9e97-45e6-b912-7efe9f3b1f16/datos-y-cifras-2021-2022-espanol.pdf>. [Último acceso: 12 09 2023].
- [2] FECYT, «Educación en ciencias de la computación en España 2015» 2017. [En línea]. Available: <https://www.fecyt.es/es/publicacion/dossier-con-las-infografias-del-estudio-educacion-en-ciencias-de-la-computacion-en>. [Último acceso: 12 09 2023].
- [3] L.E. De Programación, E.N. Los, C. Escolares and D.R. Unido, "Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 3.0 España," -03.
- [4] G. Zichermann, "The purpose of gamification. A look at gamification's applications and limitations," Cambridge: O'Reilly Media.
- [5] D. Blanco Bailón, D. Nieto Rodríguez y J. A. Medina Merodio, "Análisis de los factores que afectan en el uso de glitches en videojuegos," ATICA2022 - Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas y Accesibilidad, pp. 148-154, junio 2023.
- [6] B. Gros Salvat, "Retos y tendencias sobre el futuro de la investigación acerca del aprendizaje con tecnologías digitales," vol. 7, no. 50, Oct 01, pp. 251.
- [7] Z. Zhao y J. L. Linaza, "La importancia de los videojuegos en el aprendizaje y el desarrollo de niños de temprana edad," Electronic Journal of Research in Educational Psychology, vol. 13, no. 2, pp. 301-318, septiembre 2015. DOI: 10.14204/ejrep.36.14018.
- [8] M.F. Ortiz Carrera, H. Llano Ruiz, A.P. Roncancio Ortiz, M.J. Malpica López and J.J. Bocanegra García, "El uso de los videojuegos como herramienta didáctica para mejorar la enseñanza-aprendizaje: una revisión del estado del tema," Ingeniería, investigación y desarrollo, vol. 17, no. 2, Jul 04, pp. 36-46
- [9] A. Ferguson, "Mirror World, Minus World: Glitching Nabokov's Pale Fire," Textual cultures: text, contexts, interpretation, vol. 8, no. 1, Mar 05, pp. 101-116.
- [10] R. Kim, R. van Dierendonck and S. Poslad, "Moldy Ghosts and Yeasty Invasions," Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on human factors in computing systems, pp. 1-6.
- [11] P. Lavin-Mera, P. Moreno-Ger and B. Fernandez-Manjon, "Development of Educational Videogames in m-Learning Contexts," DIGITEL, pp. 44-51.
- [12] J.V. Vught and J.V. Vught, "What is Videogame Formalism? Exploring the Pillars of Russian Formalism for the Study of Videogames," Games and Culture, vol. 17, no. 2, pp. 284.

Huellas de las TIC en la formación del investigador

Dilia Monasterio¹, Marisela Fernández², Tamar Ortoigoza³

¹Universidad Central de Venezuela (Venezuela)
ailidadm@gmail.com

²Asesora Curricular. (Chile)
mariselachiquiquira@gmail.com

³Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana.
(Venezuela)
thaorve@gmail.com

Resumen. El avance tecnológico facilita prácticas antiéticas que deben controlarse para garantizar una formación ética de los investigadores, representando un problema tanto para el investigador, como para la institución académica y la sociedad. Las TIC tienen un impacto positivo al facilitar el acceso a información, pero también negativo al propiciar el plagio. El objetivo de esta investigación es explicar las huellas que dejan las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la formación del investigador en las universidades de Caracas y el Estado Miranda. Mediante un enfoque cualitativo, se realizaron entrevistas a 18 estudiantes de doctorado de 9 universidades públicas. El análisis de los datos se fundamentó en la fenomenología social para interpretar los significados y significaciones que emergieron del discurso de los participantes. Los resultados revelaron 3 significaciones principales: ética, inteligencia humana y conciencia tecnológica. La ética, con énfasis en el plagio académico, obtuvo la mayor frecuencia de evocación (47,62%) resaltando la importancia de los valores en la investigación. La inteligencia humana se vinculó a procesos cognitivos como pensar, procesar información y el manejo de tecnologías emergentes (33,33%). La conciencia tecnológica aludió al conocimiento para utilizar responsablemente las TIC (19,05%). En conclusión, la era digital impacta positiva y negativamente la formación investigativa. Las universidades deben fortalecer las huellas positivas como la ética y prevenir las negativas como el plagio, para desarrollar investigadores integrales que produzcan ciencia, tecnología e innovación.

Palabras clave: Tecnologías de la información y la comunicación. Formación de investigadores. Ética. Inteligencia humana, Conciencia tecnológica.

1. Introducción

La naturaleza de esta investigación precisa situar el qué y el para qué en este estudio; implica comprender qué trascendencia tiene la era digital en la formación del

investigador en las Universidades venezolanas como capital científico y técnico de una nación, para coadyuvar a la calidad de vida y bienestar de las personas en tiempos de neomodernidad. En palabras de Marc Augé “neomodernidad para entender este tiempo que ya entraba en un ciclo de transformación sin pausa”. Para el autor “La tecnología nos atrapa, igual que el futuro. Es un recurso, es decir, un medio y no un fin” [1].

Para sustentar la idea anterior, en un primer momento se hace referencia a Marc Augé cuando escribe que “Los medios, las nuevas tecnologías, cambian las relaciones. Pero, ¿son realmente las mismas relaciones cuando se habla de comunicación?” y advierte “El problema es que pueden dar la ilusión de que están en un mundo per se, como una realidad empírica global, eso es un problema” [2]. En relación a la realidad empírica, diversos pensadores coinciden que ésta nace de la percepción del ser humano sin recurrir a ninguna ciencia, por tanto está cimentada en la práctica, surge de la experiencia y de la observación de los hechos.

En la actualidad, la educación Superior (en Venezuela, Educación Universitaria), se caracteriza por un fuerte componente digital. En esta era de Internet, las tecnologías de la información y la comunicación (en adelante las TIC) y la conectividad de las redes, prescriben las nuevas formas de educación. Kevin Ashton visionaba que Internet de las Cosas (IoT), “estaba dando cuenta del vertiginoso desarrollo tecnológico en que nos encontrábamos inmersos. A pesar de que el gran público no lo hubiera notado de inmediato, se estaba gestando un nuevo paradigma que cambiaría radicalmente el modo de ver el mundo”. Ashton en el 2009, declara que tal ha sido la evolución de la Internet de las cosas, que “los ordenadores actuales —y, por tanto, Internet— son prácticamente dependientes de los seres humanos para recabar información” [3].

Este ser humano, estudiante universitario requiere de la tecnología como herramienta fundamental en el mundo de su formación como investigador, sin embargo, se debe rescatar que el centro de toda esta revolución es el mismo ser humano, tal como lo expresa Marc Augé [4] la “Tecnología no es bienestar”. Asimismo, se reconoce lo expuesto por Dignum que “Si bien es cierto que la humanidad la ha creado, la tecnología está redefiniendo la propia sociedad e incluso lo que significa ser “humano”. Las tecnologías digitales afectan a valores humanos esenciales como la autonomía, el control, la seguridad” [5].

El autor agrega que perturba la privacidad, la dignidad, la justicia y las estructuras de poder. “El desarrollo tecnológico es una especie de proceso evolutivo en el que los humanos y la tecnología evolucionamos de manera simbiótica y creamos tanto nuevas oportunidades como nuevos riesgos. Creamos la tecnología, pero luego la tecnología nos recrea” [5] En esta sentido, la formación de los investigadores en la sociedad actual, retomando a Rotenberg [4], no debe ser solo un instrumento mecánico para facilitar el conocimiento.

La formación de los investigadores está imbricada a la cultura y a los requerimientos que la época, el tipo de sociedad que reclama el país y la región en cuanto a la formación de recurso humano necesario para la Investigación y desarrollo (I+D). Esta condición es esencial, tanto para comprender el proceso de formación que se lleva a cabo para lograr la transformación esperada de los futuros investigadores.

Enseñar a investigar sobrepasa a los cursos, talleres o seminarios de metodología de investigación científica, ya que los eventos didácticos sobre metodología son

importantes, pero la enseñanza de la investigación científica no puede reducirse a ellos. La formación de un investigador es mucho más que el buen resultado del aprovechamiento de los conocimientos adquiridos en los referidos cursos. Los cursos de metodología han sido sobrevalorados y se sugiere que hay que evaluar de manera exhaustiva y rigurosa sus límites y su alcance [6].

La formación en la práctica investigativa, es posible plantearla como proceso formal de la formación para la investigación, mediante el cual el estudiante aprendiz o aspirante a investigador va aprendiendo a investigar con el apoyo de sus profesores, agregando ahora las herramientas tecnológicas actuales [7].

En este contexto, plantea Stalman que si la inteligencia artificial está “dando sus primeros pasos, la ética que la conformará se encuentra todavía en una etapa embrionaria. Es por ello que el dilema ético al que nos enfrentaremos empieza recién ahora a generar interés en algunos sectores y preocupación en otros” [8]. Esta preocupación conlleva a reconocer que las TIC's impactan los diversos ámbitos de la vida humana por las características que aportan a la sociedad, son herramienta imprescindibles pero su uso demanda de fronteras éticas claramente definidas en la investigación.

De lo anterior se expresa que los cambios de la formación universitaria, ante la cuarta revolución industrial (RI-4), deben estar enmarcados dentro de los principios que promueven la formación de un hombre integral, con sentido ético, sensibilidad humana y con una visión colectiva, capaz de insertarse en la sociedad en forma participativa, protagónica y transformacional, para la mejora de la investigación y desarrollo. Houssay, “resalta que de la investigación científica dependen la salud, el bienestar, la riqueza, el poder y hasta la independencia de las naciones” [9].

De esta manera, las TIC deben ser habilitadoras de este nuevo paradigma en la formación de los investigadores cursantes de un doctorado, ubicados en el máximo nivel de formación alcanzado en las universidades (véase Investigadores por nivel de formación, incluyendo los becarios de I+D o de doctorado), “Este indicador identifica la distribución de los investigadores según su máximo nivel de formación alcanzado” (p.153) y de donde se espera que los futuros egresados de una disciplina, tengan la capacidad de realizar investigación, contribuir a resolver una problemática, realizar un hallazgo o responder a una o más interrogantes de la disciplina y contribuir así al desarrollo del conocimiento con nuevos conocimientos y, finalmente contribuir a I+D [10].

2. Objetivos del estudio

Objetivo general: Explicar las huellas que dejan las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la formación del investigador.

Objetivos específicos: 1. Comprender los significados atribuidos por los estudiantes de doctorado al uso de las TIC en su formación investigativa; 2. Interpretar las significaciones emergentes sobre el impacto de las TIC en la investigación universitaria según la perspectiva de los estudiantes; 3. Analizar la frecuencia de aparición de significaciones positivas y negativas vinculadas al uso de las TIC en la formación investigativa; 4. Describir las huellas positivas y negativas que dejan las

TIC en el desarrollo de competencias investigativas de los futuros egresados de doctorados.

3. Materiales y métodos

En atención al contexto del estudio, está conformado por las Universidades públicas venezolanas de acuerdo a la Ley de Universidades [11]. Las unidades de análisis del estudio quedaron conformadas por nueve (09) Universidades venezolanas con programas doctorales, siendo el contexto donde se recopilan los datos el área comprendida por el Distrito Capital y el Edo. Miranda. La muestra es de 18 sujetos, la entrevista estuvo conformada por 1 pregunta generadora y las respuestas emitidas por los sujetos así como las Unidades de análisis, estuvieron amparadas en lo dispuesto en la Declaración Universal de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [12].

Los “Datos cualitativos fueron producidos por la entrevista, que posteriormente se presentaron como datos cuantitativos para producir la información y para producir conocimiento, mediante el uso del lenguaje resultado de la respuesta a la pregunta: ¿Cómo las TIC coadyuvan a la formación del investigador a nivel de los doctorados en ciencias sociales y otros asociada a las humanidades?

La argumentación, el análisis de los datos y la discusión, se realizaron con base a la fenomenología social en la búsqueda de la significación que nace o se deduce de la interacción social, es decir que los hombres se comportan para con las cosas a base de la significación que tienen para ellos. “Cosas” son denominadas todo lo que el hombre es capaz de percibir [13]. Se entiende por significación el contenido significativo o dotación de sentido correspondiente a las palabras emitidas por los sujetos en la entrevista. El significado es entonces el referente relacionado con el signo creado en el proceso de significación.

4. Resultados

En este apartado se presentan resultados inscritos en el cuerpo del texto como una huella tras la narrativa de los estudiantes de doctorados sobre el uso de las TIC; seguir el rastro que deja su formación como investigador hace posible ver elementos imbricados a ese proceso complejo denominado investigación. En esta búsqueda se encontraron los siguientes resultados:

Tabla 1. Significados y Significaciones

Significado	Fc	%	Significación
Prácticas antiéticas	7	8,33	
Ilegalidad- Delito	6	7,14	
Incremento de plagio en la investigación	10	11,90	
Plagio electrónico	7	8,33	
Moral	1	1,19	
Plagio en los trabajos	1	1,19	

Responsabilidad	1	1,19	Ética
Honestidad	5	5,95	
Oportunidad	1	1,19	
Principios Bioéticos	1	1,19	
Poca experiencia con la TIC	2	2,38	
Distanciamiento de la realidad	1	1,19	Conciencia
Inconciencia con el uso de las TIC	3	3,57	
Reflexión ante el uso de las TIC.	1	1,19	
Capacidad para actuar sobre las TIC	4	4,76	
Sentido para actuar con las TIC	2	2,38	
Estado mental al momento de usar las TIC	3	3,57	
Manejo de las tecnologías emergentes	5	5,95	
Procesos cognitivos	8	9,52	
Artificial	2	2,38	
Capacidad de pensar	6	7,14	
Procesar información	7	8,33	Inteligencia
Total:22	Total: 84	Total: 100	Total: 3

La tabla N° 1 refleja la emergencia de 22 significados que fueron evocados 84 veces desde las voces de los sujetos, partiendo que “La tarea fenomenológica se fundamenta en la destrucción, lo que implica mirar más allá del significado cotidiano y normal de la vida para ver el significado más grande en el ser”. El significado es entonces el referente relacionado con el signo creado en el proceso de significación sobre las TIC en la formación del investigador [14]. En esta orden, los 22 significados fueron reagrupados en 3 significaciones; el término significación se deriva de la “palabra significado y tiene varias acepciones entre las que se pueden mencionar: acción y resultado de significar. Sentido, significado de una palabra, una frase, un símbolo, o cualquier otra manifestación humana. Objeto que se significa. Importancia, valor, relevancia” [15]

En esta línea, se revelan tres significaciones (Conciencia-Ética-Inteligencia). Por tanto, estas significaciones se asumen como huellas que imprime la actividad investigativa de los futuros profesionales:

4.1. Ética en la formación de los investigadores, agrupa 10 significados que representan el 47,62% del 100% de los significados (84) revelados como coadyuvante en el proceso investigativo. Esta huella da cuenta de la importancia de principios y valores, no obstante, el plagio es evocado como uno los significados más importantes en relación a las prácticas antiéticas. Estos resultados coinciden con Domínguez, Pérez y Quiroz cuando expresan que el “Plagio Académico no algo nuevo, y se ha documentado que no escapa a ningún nivel educativo ni actividad profesional de investigación”. Es así como el uso de las TIC, a pesar de sus grandes beneficios, ha facilitado la recurrencia de prácticas condenables como el ciberplagio [16].

4.2. Inteligencia humana, agrupa 7 significados que representan el 33,33% del 100%. Los estudiantes de doctorado reconocen que en el desarrollo de sus investigaciones, tienen el reto de utilizar su inteligencia; así lo reconocen cuando expresan que los procesos cognitivos, seguido de la capacidad de procesar información y la capacidad de pensar son esenciales en la práctica investigativa.

Igualmente considera el manejo de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, está vinculada a la inteligencia humana, abriendo una arista para nuevas investigaciones. De esta manera, la Inteligencia humana es una huella que parece difusa.

4.3. Conciencia, reúne 7 significados que representan el 19,05% del 100% de los significados (84) manifestados por los sujetos como determinante en el proceso investigativo. La conciencia se explica a través del conocimiento que los estudiantes tienen para ejecutar ante los medios y herramientas digitales. La frecuencia más alta de los significados de esta huella, se ubicó en la Capacidad para actuar sobre las TIC, por tanto, los estudiantes reconocen la conciencia como conocimiento, determinante para su uso eficaz y responsable.

En síntesis, se revela un porcentaje significativo de las huellas negativas y un menor porcentaje de las huellas positivas que dejan las TIC en el desarrollo de competencias investigativas de los futuros egresados de doctorados. Estos resultados dan cuenta de la contradicción que se genera cuando se está presenta ante fenómenos complejos, como es la ética. Por tanto, muestran los antagonismos (altruismo egoísmo) del ser humano ante su accionar ante la IA, el egocentrismo como una condición humana haría inviable la comprensión de la ética, de hecho que toda mirada sobre la ética debe reconocer el carácter vital del egocentrismo, así como la potencialidad fundamental de desarrollar el altruismo.

En Monasterio, el carácter imperativo de la ética surge del entramado creado entre tres fuentes, la primera asociada a los aspectos del interior del individuo o su ánimo a «la conminación de un deber»; la segunda imbricada a la cultura, las creencias y las normas dela comunidad, y la tercera «surgida dela organización viviente, transmitida genéticamente». (p. 23). [17]. En síntesis, estas tecnologías demandan para su aplicación “gobernanza éticas” [18]

5. Conclusiones

Los estudiantes de doctorado otorgan diversos significados al uso de las TIC en su formación investigativa, destacando la ética, la inteligencia humana y la conciencia tecnológica como principales. Las significaciones emergentes en el discurso estudiantil evidencian que la era digital tiene un impacto tanto positivo como negativo en su formación como investigadores. Por otra parte, la significación ética, específicamente los señalamientos sobre plagio académico, presenta la mayor frecuencia de aparición como aspecto problemático derivado del uso de las TIC.

Sin embargo, aunque las TIC facilitan el acceso a información, también propician prácticas antiéticas que deben controlarse para garantizar una formación íntegra de los futuros investigadores y la generación de nuevo conocimiento. Las conclusiones resaltan los significados otorgados a las TIC, su impacto positivo y negativo evidenciado en las significaciones discursivas, la recurrencia de la problemática ética y la necesidad de que las universidades gestionen el uso responsable de las TIC para una adecuada formación investigativo.

Ante esta realidad se sugiere que la formación de los futuros investigadores para la ciencia y la tecnología debe ser concebida como un elemento estratégico en los países en “vías de desarrollo”; por tanto, se reconoce que los avances tecnológicos

coadyuvan a este aspecto y facilitan el acceso a la información impactado positivamente las prácticas investigativas de los estudiantes de doctorado. Sin embargo, esta revolución tecnológica ha tenido un impacto negativo donde se aprecian prácticas éticamente incorrectas.

En consecuencia, la era digital se presenta como otro problema a enfrentar ante la naturaleza dual del hombre que nos plantea Morin. Ante esta realidad, las Universidades deben reconocer y repensar las huellas positivas y negativas que están dejando las TIC en la formación del investigador, revalorizar las huellas que marcan la construcción de conocimiento que derive en la producción de ciencia, tecnología e innovación, y prevenir así como corregir aquellas trazas que están dando cuenta de una conciencia.

6. Referencias

- [1] News.EsEuro (2023). Ha muerto Marc Augé, el filósofo autor de una influyente teoría sobre los “no lugares”. [En línea]. Available: <https://news.eseuro.com/salud/2002501.html>. [Último acceso: 25 07 2023].
- [2] Yanke, R (2018). Marc Augé: "La tecnología y el futuro nos atrapan y nos absorben" El Mundo. Madrid. Available: <https://www.elmundo.es/papel/cultura/2018/10/27/5bd33bf4e2704e73718b4599.html>. [Último acceso: 10 05 2020].
- [3] Sorrentino, P. (2018). Ciberespacio, Ciberseguridad y Ciberdefensa. (Confrontación de vulnerabilidades vs. agresiones como base de desarrollo de un Sistema Integrado de Ciberdefensa). Boletín del Centro Naval. República Argentina. Difundiendo Conferencias. [En línea]. Available: <https://www.centronaval.org.ar/boletin/BCN848/848-CONFERENCIA-SORRENTINO.pdf> [Último acceso: 12 11 2022].
- [4] Rotenberg, A. (2023). Aprendemos juntos 2030. [En línea]. Available: <https://www.instagram.com/reel/Ctqg7Grt798/?igshid=MTc4MmM1YmI2Ng%3D%3D>. [Último acceso: 10 08
- [5] Dignum, V (2021). El papel de los seres humanos en la sociedad digital. Tecnología, Transformación Digital. Opinión. El País. [En línea]. Available: <https://elpais.com/tecnologia/2021-03-05/el-papel-de-los-seres-humanos-en-la-sociedad-digital.html>. [Último acceso: 16 01 2022]. [Último acceso: 16 01 2022]
- [6] Sánchez, P. (1991). Enseñar a investigar. Una didáctica nueva de la investigación en ciencias sociales y humanidades. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. México.
- [7] Dagluck, A. (2007). La Investigación como eje Transversal del Proyecto de Carrera Educación Integral de la UNEG. Ciudad Bolívar. Venezuela.
- [8] Stalman, A. (2018) Conciencia tecnológica, [En línea]. Available: <https://telos.fundaciontelefonica.com/wp-content/uploads/2018/09/telos-109-cuaderno-central-tecnologica-andy-stalman.pdf>. [Último acceso: 12 02 2023].

- [9] Houssay, B. (1960). La investigación científica; Columba; 48. [En línea]. Available: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/125234/AR02675_6_EP123dER.pdf?sequence=1&isAllowed=y . [Último acceso: 11 11 2022]
- [10] Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), (2022). El estado de la ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.[En línea]. Available: <http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2022/11/EL-ESTADO-DE-LA-CIENCIA-2022.pdf> . [Último acceso: 13 03 2022]
- [11] República de Venezuela. (1970). Ley de Universidades. Caracas-Venezuela
- [12] Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (1997). Declaración sobre la Educación Superior de Dakar. Conferencia General. Paris: Edición UNESCO (1998). Declaración sobre la Educación Superior en América Latina y el Caribe. Conferencia Mundial sobre la Educación. [En línea]. Available: http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm [Último acceso: 13 03 2023]
- [13] Berger, P. L., & Luckmann, T. (2003). La Construcción Social de la Realidad. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu editores S.A. [En: línea]. Available: <https://lideresdeizquierdaprd.files.wordpress.com/2016/06/la-construccion-social-de-la-realidad-thomas-luckmann.pdf> . [Último acceso: 11 02 22]
- [14] Heidegger, M. (1996). El Ser y el Tiempo. Traducido por José Trad. Barcelona: Fondo de Cultura Económica.
- [15] Sánchez Martínez, Y.: "El tema de la significación desde la construcción teórica. Una visión sociocultural de la significación". en Contribuciones a las Ciencias Sociales, Junio 2012, [Documento en línea]. Available: www.eumed.net/rev/cccss/20/ [Último acceso: 18 09 22]
- [16] Domínguez, D.A., Pérez, M.N., & Quiroz, H.A. (2016). La tecnoddependencia, una consecuencia del plagio electrónico de los trabajos académicos: el caso de una universidad privada. Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación, 2(2), 14-29. [Documento en línea]. Available: <https://www.remai.ipn.mx/index.php/REMAI/article/view/16/15> . [Último acceso: 03 05 23]
- [17] Monasterio, D. (2008). Una aproximación a la comprensión de la ética en la gerencia pública. Ensayo y Error. Nueva Etapa. Año XVII. N° 35. Caracas, 2008, pp. 25-47. Universidad Simón Rodríguez. <https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5778742> [Último acceso: 12 05 2023].
- [18] Organización de las Naciones Unidas para la Educación las Ciencias y la Cultura. (2021). Obtenido de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_spa

Beneficios de la programación en bloque en la creación de una apk para los niños con TDHM

Yuldania Maren Bell¹, Youselin Figueredo Pentón², Walfrido Camué Ortiz³

¹Departamento de Licenciatura en Informática. Universidad de Oriente (Cuba)
yuldaniamaren@gmail.com ; camuewalfrido@gmail.com

²Universidad de Oriente (Cuba)
yfigueredopenton@gmail.com

Resumen. La educación cubana ha sido reconocida mundialmente por su alta calidad en el proceso docente educativo, y la atención diferenciada que presta a las diferencias individuales. El uso de comandos y codificación a través de un lenguaje de programación es sin duda algo complejo para los niños de la enseñanza primaria que presentan Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad y Memoria. Sin embargo, el entorno de programación por bloques mediante instrumentos centrados en este caso un juego llamado DODO que combina como estrategia de aprendizaje el uso del móvil. En estas condiciones se precisa el objetivo de implementar una apk móvil que contribuya a dar tratamiento a través del juego a las deficiencias que presentan los niños con TDHM. Para ello se ha realizado una búsqueda desde el punto de vista psicológico, pedagógico y tecnológico de los patrones que caracterizan las necesidades formativas de estos niños.

Palabras Claves: Hiperactividad. Tecnología móvil. Videojuego. Programación en bloque.

1. Introducción

La presente investigación aborda los beneficios de la programación por bloques en los niños con TDHM utilizando un dispositivo inteligente como medio para manipular un juego llamado DODO. Para ello, es necesario emplear el aprendizaje móvil por medio de aplicaciones que se ejecutan mediante dispositivos móviles mediante códigos de programación automáticos que solamente requieren acoplarse a procesos y estructuras.

El niño en la enseñanza primaria es un sujeto en formación que no ha logrado el completamiento y la estabilidad en ninguno de sus procesos psicológicos, razón por la cual todo lo que en el orden educativo pueda hacerse contribuirá a un mejor desarrollo de este.

Uno de los problemas que más preocupa a los padres y maestros de los niños con el trastorno déficit de atención con hiperactividad radica en su evolución escolar, tanto por el miedo razonable de un menor rendimiento académico debido a sus dificultades atencionales, como por los problemas de comportamiento que presentan.

La Dra. Elsa Gutiérrez Baró define el trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) como “un síndrome de neuropsiquiatría con aparente predominio en el sexo masculino, que puede ocurrir en cualquier país, incluso en los

países desarrollados es donde se diagnostica con mayor frecuencia porque se hace evidente en la actividad escolar” [1] . La APA (Asociación Psiquiátrica Americana) lo caracteriza como "Déficit de atención con hiperactividad" [2]. Ambas definiciones se refieren al síndrome de disfunción cerebral mínimo (DCM), al trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDA/TDAH), a la hipercinesia, la hiperactividad, como un trastorno de aprendizaje.

Pero las principales dificultades las enfrentan los escolares; repercute negativamente en sus resultados docentes, falta solidez en los conocimientos, no son activos en la participación en clases, no copian, se distraen con facilidad, no realizan tareas. Todo esto provoca, que desapruében asignaturas, y que en ocasiones sean objeto de burlas para sus coetáneos. Provocando en el adolescente sentimientos de inferioridad y rechazo escolar. En el último de los casos puede llegar al ausentismo y la deserción escolar.

Debido a esto esta investigación enrumba su estudio hacia los dispositivos móviles ya que, por la importancia de su utilidad en esta nueva era de la informatización de la sociedad, a pesar de que, la escuela que se toma como muestra después de un diagnóstico realizado no cuenta con la tecnología requerida.

De manera que, se trata de utilizar un ordenador o dispositivo inteligente para resolver una variedad de complicaciones (Sáez-López y Cózar-Gutiérrez, 2017) [3]. Razón tienen otros autores de sostener que un recurso didáctico debe optimizar el aprendizaje de la programación mediante el esclarecimiento del procedimiento dinámico de los programas, es decir, su ejecución (Ángel y Iturbide, 2021) [4], en este caso la implementación de un juego a través del uso de la programación en bloque con actividades lúdicas como mejora en la participación en clases de estos niños con TDAH.

Por tanto, los autores (Gómez, Molano, & Rodríguez, 2015) exponen que: (...) “El juego es una actividad que se utiliza para la diversión y el disfrute de los participantes, en muchas ocasiones, incluso como herramienta educativa” [5].

Por ende, la sociedad cubana apoyada por los recursos tecnológicos que favorecen la inclusión del alumnado, respondiendo así a una equidad educativa reduce las barreras del aprendizaje, puesto que cada vez son más los docentes que recurren al servicio de efectivas aplicaciones para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que, se pretende que los alumnos con este tipo de trastorno mejoren sus habilidades cognitivas a través de videojuegos, e-books, tabletas y, cómo no, los ordenadores.

En la actualidad, existen aplicaciones para teléfonos inteligentes que se utilizan para la atención a niños con TDAH entre ellas se encuentran: TDAH TRAINER, SILUETAS OA, FOCUS TRAINER, AVOKIDDO entre otras, sin embargo, en Cuba no se conoce hasta el momento que se utilice ninguna aplicación para este fin.

Pero, a pesar de las inversiones realizadas en el campo de la informatización de las escuelas especiales aún es insuficiente la aplicación de la tecnología móvil en este tipo de enseñanza teniendo en cuenta las nuevas tendencias tecnológicas, en tal sentido se identifican las siguientes insuficiencias:

- Insuficiente preparación de los docentes en el dominio de las características psicológicas y pedagógicas de los alumnos con TDAH.
- Poco dominio por parte de los docentes y padres en el uso de las tecnologías para el tratamiento de los niños con este tipo de necesidades.
- **Escasos** recursos tecnológicos que aborden y motiven el tratamiento de los niños con TDAH.

Por lo antes expuesto se declara el **Problema científico**: ¿Cómo potenciar el uso de las TIC en el tratamiento de los niños con TDAH en la escuela especial “Frank País García”? Por lo que se plantea como **Objeto de estudio** de la investigación: Las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje de los niños con TDAH. Por lo que se precisa como **Objetivo**: La implementación de una aplicación móvil para niños con TDAH que contribuya a dar tratamiento a través del videojuego a las deficiencias que presentan. Siendo su **campo de acción**: el uso de los dispositivos móviles o m-learning en la actividad lúdica para niños con TDAH en la escuela especial “Josué País García”

2. Contenido

Para caracterizar el estado actual del problema referido al uso de la tecnología móvil en los niños con TDAH en la educación especial, de una población de 20 estudiantes se toma una muestra intencional de 10 estudiantes, la misma muestra para la representación de la familia, lo que representa un 50% de la población, la muestra estudiantil está compuesta por 6 niños y 4 niñas del primer grado sus edades oscilan entre 6 a 7 años. La presente investigación incluirá la aplicación de los siguientes instrumentos: dos encuestas, una para la familia y otra para los docentes que serán 5 los encuestados de una población de 20 docentes representando un 25%. De ellos 3 Licenciados en Educación Especial, una Sicopedagoga y un Directivo, una entrevista a los niños con TDHA y la observación a clase.

Una vez procesados los resultados, se observó que:

- El 100% de los docentes plantea tener dominio con el uso de las TIC, y los dispositivos móviles, pero no siempre utilizan estos recursos en el proceso enseñanza aprendizaje, ya que la escuela no cuenta con la tecnología necesaria, el 60% utiliza juegos de acorde con las necesidades de estos niños, pero no con la tecnología móvil, solo el 40% orienta actividades con aplicaciones móviles. Como se observa en el diagrama representado en la fig.1

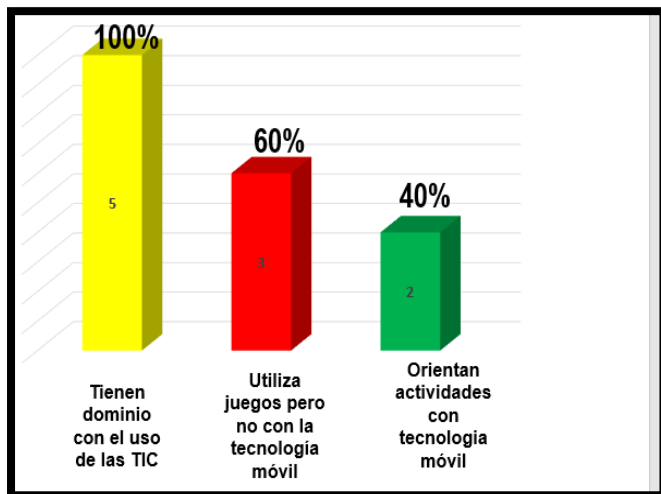


Fig.1 Encuesta a profesores

- El 100% de los niños mantienen disposición hacia el uso de la tecnología móvil pero no siempre se logra motivarlos ya que son hiperactivos y cambian con facilidad de actividad, el 50% prefieren juegos donde puedan desarrollar su coeficiente intelectual y el 80% pasan más tiempo frente a los videojuegos y conocen acerca de diferentes juegos, pero no siempre son para sus patologías. Observar fig.2

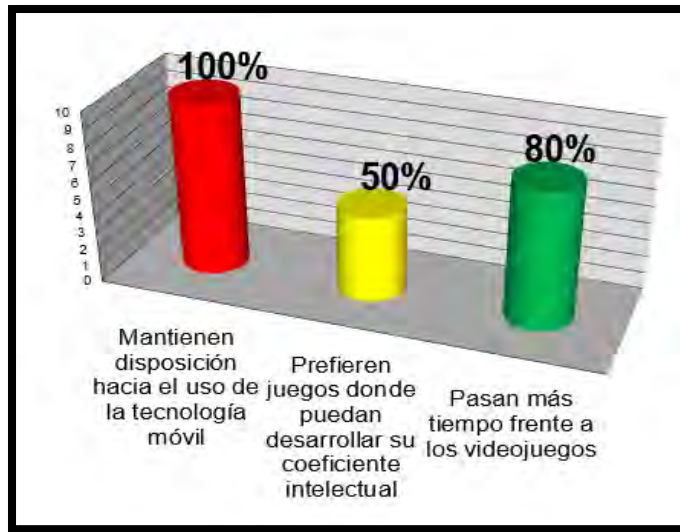


Fig. 2. Encuesta a los niños con TDAH

2.1 Estructura de la aplicación móvil

La efectividad del modelo M-Learning, como aplicación del E-Learning en dispositivos móviles, requiere de una interacción perfecta entre los seis elementos que lo componen: alumno, tutor, contenidos, métodos, técnicas y los dispositivos móviles (Camacho Martí, 2011) [6]. Por su parte, Mireles (2015), plantea que: “En un sentido, el aprendizaje móvil no es diferente de llevar un libro de texto o aprendizaje a través de sus conversaciones en casa, o como parte de las clases formales o en el lugar de trabajo” [7]. Por tanto, teniendo en cuenta que hoy en día la mayoría de las personas cuentan con acceso a los teléfonos inteligentes, el M-Learning puede considerarse un campo con mucho potencial por explotar.

Por tanto, las intervenciones psicopedagógicas con niños con TDAH se ven beneficiadas cuando introducimos elementos lúdicos y dinámicos, como pizarras digitales, juegos de construcción manual, fichas y láminas de colores, elementos para

la psicomotricidad (balones, cuerdas, luces...) lo que favor el incremento del interés y la motivación por la tarea y el aprendizaje y la socialización.

Para el desarrollo de la aplicación móvil se utilizó, la herramienta "app inventor", que es un programa que permite crear aplicaciones HTML5 e híbridas para dispositivos móviles, sin necesidad de conocimientos de programación. Todo ello gracias a un entorno visual que nos permite trabajar "arrastrando y soltando" elementos de un lado a otro de la pantalla, para el tratamiento de las imágenes se utilizó (Photoshop) y para la edición y creación de la interfaz (Figma).

2.3 Requisitos que debe cumplir la apk para niños con TDAH:

- Hacer predecible las acciones.
- Los objetos deben estar bien ordenados.
- Evitar las distracciones.
- Explicar en qué consiste cada juego.
- Hacer demo introductorio.
- Dar la opción de repetir la orden del juego.

Descripción de la aplicación

- Las órdenes de los juegos deben ser sencillas y fáciles de comprender.
- Avisar cualquier cambio en la rutina.
- Notificar el estado del juego, la puntuación, vidas acumuladas.
- Los objetos deben ser grandes y con buena visibilidad.
- Estimular los logros, crear premios.
- Ser flexibles con el tiempo.
- Dar la posibilidad de configurar el juego contra reloj y flexible.

Funcionalidades

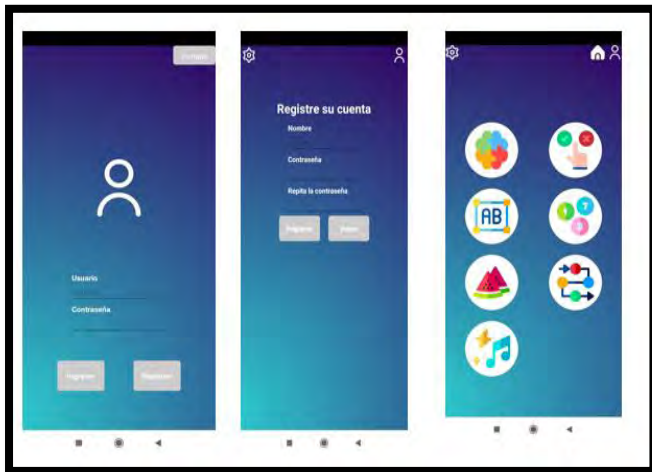
- Registrar datos del jugador
- Transitar los juegos por niveles
- Mostrar resultados
- Activar y desactivar sonido

Tipos de juegos

- Buscar parejas
- Puzles
- Selección múltiple
- Contar figuras
- Ordenar figuras
- Buscar objetos
- Encontrar la salida
- Seleccionar colores, formas, tamaños
- Identificar el cuento

A continuación, una muestra de las figuras de la 3 y 4 donde se puede apreciar lo anteriormente planteado.

2.2. Las figuras



Inicio de sesión Registro de usuario Menú de juego

Fig.3 Interfaz de usuario del juego “DODO”



Puzzle Buscar pareja Encontrar la diferencia.

Fig.4 Diferentes actividades del juego.

3. Los resultados

Fueron encuestados un total de cinco especialistas de ellos, cuatro son licenciadas en Defectología y una es Psicóloga, tres de ellas son Máster en Ciencias de la Educación, una está estudiando para hacerse Máster en Psicopedagogía, oxilando entre 25 a 41 años de experiencia en el ministerio de educación.

Para realizar un buen proyecto se debe realizar una apropiación del conocimiento basándose en distintas fuentes de información que posean diferentes puntos de vista, para de esta manera poder filtrar la información relevante y pertinente. Para la toma de criterios **para diseñar la aplicación móvil se tuvieron en cuenta los siguientes indicadores:**

- **La navegabilidad y usabilidad** de la aplicación ya que de estos depende el éxito de la aplicación.
- **Componentes necesarios** que se desea implementar, para tener una representación precisa de la aplicación a realizar.
- Se debe tomar en cuenta que esta debe estar disponible para el mayor número de **versiones de Android** ya que de esta característica depende que el beneficio de la comunidad a la cual está orientada la utilice.
- **Calidad y el diseño de esta.**

El 100% los especialistas consultados consideran que la implementación del juego puede contribuir a la modificación de la conducta de los escolares con TDAH, ya que contribuye a desarrollar habilidades cognitivas, motrices e intelectuales, debido a la calidad, el diseño y navegación y la usabilidad de este.

También valoran el juego como pertinente, factible y aplicable en el contexto en que se desarrollan los escolares, que se ajusta al diagnóstico y responde al objetivo previsto.

El 80% piensan que el juego puede implementar otros componentes necesarios en el juego: como la puntuación de cada juego, algún mensaje de error o de felicitación en caso de que el niño realice bien la actividad.

Esta propuesta llamada DODO tiene un sinfín de opciones de enseñanza, siendo uno de los aspectos que necesarios para el aprendizaje de los niños. Y es que a través de él ellos pueden interactuar con maestros y compañeros, con la finalidad de alcanzar una mayor socialización. DODO es un recinto amoroso para orientar y educar con paciencia. Queremos que todos los padres y representantes sientan nuestro apoyo constante, garantizándoles el aprendizaje adecuado de sus niños.

4. Conclusiones

- Los fundamentos teóricos y metodológicos que sustenta la actual investigación parten de criterios de diferentes autores y especialistas respecto a la necesidad de la atención y concentración de los niños con TDAH de la Enseñanza Primaria para el aprendizaje y el logro de los objetivos del grado que

cursan, y la posibilidad del trabajo con estos niños, y a través de una aplicación móvil lograr la atención diferenciada en los tratamientos psicopedagógicos y en las clases.

- El diagnóstico aplicado a la muestra seleccionada arrojó insuficiencias durante el proceso de enseñanza aprendizaje de los niños con TDAH en cuanto a la atención que prestan en las clases.
- La implementación de la aplicación que este trabajo propone ha desarrollado habilidades cognitivas, motrices e intelectuales en los niños de la escuela especial “Josué País García”
- En la obtención de la validación por los especialistas, consideran factible el empleo de la aplicación ya que posee buena calidad y además de gran utilidad para fortalecer la atención en los niños con TDAH en el centro.

5. Referencias

- [1] Gutiérrez B, E, ¿Por qué no aprende un niño?, p.60, Villa Clara (Cuba): Editorial Científico-Técnica,2005.
- [2] American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5), Washington, D.C, 2013. Available: <https://www.google.com/search?client=firefox-d&q=6.+American+Psychiatric+Association+%282013%29.+Diagnostic+and+statistical+manual>. [Último acceso: 21 09 2023]
- [3] Sáez-López, J. M. y Cózar-Gutiérrez, R. Programación visual por bloques en Educación Primaria: Aprendiendo y creando contenidos en Ciencias Sociales. Revista Complutense de Educación, 28(2), 409–426. https://doi.org/10.5209/REV_RCED.2017.V28.N2.4938, (2017)
- [4] Ángel, J. y Iturbide, V. Una indagación sobre el comportamiento de lenguajes de programación sencillos basados en bloques. IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa, ISSN-e 1699-4574, No. 34, Págs. 1-12, 34, 1–12. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8247798&info=resumen&idioma=ENG>, julio-diciembre, 2021.
- [5] Gómez Rodríguez, T., Molano, O. P., & Rodríguez Calderón, S. La Actividad Lúdica como Estrategia Pedagógica para Fortalecer el Aprendizaje de los Niños de la Institución educativa Niño Jesús de Praga, 2015.
- [6] Camacho Martí, M. “Mobile learning: aproximación conceptual y prácticas colaborativas emergentes”. UT. Revista de Ciències de l’Educació (pp. 43-50) [Artículo en línea] [Fecha de consulta: enero de 2015] <<http://pedagogia.fcep.urv.cat/revistaut/revistes/2011desembre/article03.pdf>>
- [7] Mireles (2015) Ambientes M-learning: elementos (equipamiento, formación y uso) que intervienen en el proceso de aprendizaje usando telefonía móvil del alumnado del programa de doctorado de educación de la Upel-Maracay, Venezuela.

ReciVerde: sitio web para la innovación de las 7 Rs del reciclaje en Panamá

Evan González¹, Angela Carrión², Martin Fuentes³

¹ Universidad Tecnológica de Panamá – Centro Regional Coclé
evan.gonzalez@utp.ac.pa; angela.carrion@utp.ac.pa; martin.fuentes@utp.ac.pa

Resumen. Los alarmantes datos proporcionados por la Organización de las Naciones Unidas sobre el vertido masivos en los mares y las cifras del programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo que revelan la generación diaria de 1,2 kilogramos de basura por persona en Panamá subrayan la necesidad urgente de abordar esta problemática. En este contexto, la implementación del sitio web ReciVarde adquiere una relevancia significativa al ofrecer una solución innovadora para abordar este reto. “ReciVarde”, una plataforma diseñada para fomentar el conocimiento de las 7Rs del reciclaje en Panamá, esta tiene como objetivo principal la divulgación del reciclaje, promover la gestión eficiente de los residuos sólidos y crear conciencia sobre la importancia del reciclaje en la sociedad panameña. Además, el enfoque del proyecto incluye la integración de la producción y el consumo responsable, lo cual coincide con el duodécimo de los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Para lograr este propósito, el proyecto se apoyó en la metodología ágil de desarrollo Kanban, garantizando un control eficiente de los flujos de trabajo. La construcción del sitio web utilizó diversas tecnologías como HTML, CSS, SASS, JavaScript y PHP para crear una interfaz visual atractiva y una experiencia de usuario interactiva. ReciVarde se destaca como una herramienta en la lucha contra la contaminación y el manejo responsable de los residuos, alineándose con los esfuerzos globales para lograr un desarrollo sostenible. Su implementación marca un paso significativo hacia un futuro más limpio y consciente en Panamá.

Palabras clave: contaminación, reciclaje, puntos de reciclaje, 7Rs, tecnología, sitio web.

1. Introducción

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) [1] estima que cada año se vierten en los mares aproximadamente ocho millones de toneladas de plástico, lo que equivale a verter un camión lleno de plástico por minuto. Como consecuencia de esta contaminación, mueren anualmente alrededor de 1 millón de aves y 1,000 tortugas marinas.

Las cifras publicadas por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) [2] mencionan que cada panameño genera alrededor de 1,2 kilogramos de residuos sólidos al día, según un estudio realizado en 2016. A nivel nacional, se estima que se generan 4.400 toneladas diarias. Lastimosamente solo el 58% de los residuos

que se generan en el hogar se recolectan, mientras que el resto termina en vertederos informales, ríos y el mar.

De acuerdo con los datos del Municipio de Panamá [3], la ciudad de Panamá genera alrededor de 2,500 toneladas diarias de residuos, de las cuales menos del 5% se recicla. Además, se menciona que cada día llegan al mar aproximadamente 300 toneladas de desperdicios provenientes de ríos, quebradas y del sistema de alcantarillado. Estas cifras sitúan a Panamá como el segundo país de Latinoamérica con la mayor producción de desechos por habitante al día, según estudios del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y de la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

Sumado a esto, al vivir en una sociedad consumista, el ser humano actual satisface sus necesidades adquiriendo los productos que necesita, ya sean alimentos, ropa o cualquier tipo de objeto material. Los productos comprados normalmente vienen envasados, empaquetados o embolsados, por lo que además del propio producto, se incluyen plástico, papel, cartón y otros materiales de embalaje que no tienen mayor utilidad y simplemente se desechan. Con el paso del tiempo los productos también tienen que ser reemplazados, bien porque su vida útil ha llegado a su fin o bien porque se han deteriorado, estropeado o simplemente no se necesitan más. Con todo lo anterior se genera una gran cantidad de “basura”, residuos de toda clase, que si se liberan al medio ambiente producen un auténtico problema de contaminación y afectan negativamente a los ecosistemas [4].

Unas 249 mil 559.33 toneladas de basura recogió la Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario desde enero hasta el mes de julio 2021, lo que representa unas 27 mil 419.31 más que en igual período del año 2020, donde se recolectaron 222 mil 140.02 en la Ciudad Capital [5].

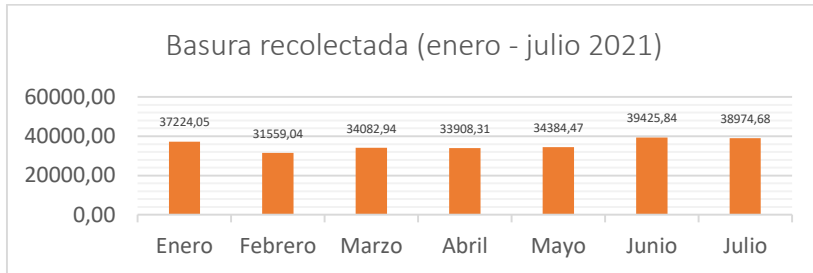


Fig. 1. Cantidad de residuos recolectados periodo enero - julio 2021 Panamá

La importancia del reciclaje en Panamá es tan vital como en el resto de los países del mundo. El cambio climático y el uso indiscriminado de los recursos naturales es una realidad, por lo tanto, si se desea preservar el estilo de vida que hoy se ostenta con todas las facilidades a la que estamos acostumbrados y las generaciones futuras también disfruten de estas comodidades, se debe tomar conciencia desde ahora [6]. Actualmente en Panamá, existen proyectos de reciclaje e investigaciones que siguen creciendo a medida que los ciudadanos toman la iniciativa de conocer un poco más del problema de los desechos en el país.

Reciclar se presenta como la mejor opción para evitar la contaminación de los ríos, bosques, ciudades, pueblos y en muchos lugares donde los ciudadanos transitan cada día, por lo tanto, hoy más que nunca es necesario aprender sobre la importancia del reciclaje para así mantener el medio ambiente e intentar mejorar en lo posible la huella humana en el planeta tierra. Comprender la importancia del reciclaje y su relación con el medio ambiente es primordial para tener un planeta sano y un mejor futuro [7].

La tecnología es sinónimo de desarrollo e innovación, utilizarla correctamente como medio para compartir un mensaje sigue siendo y será la forma más certera de conectar con las comunidades sociales de nuestro país. El poder brindar sitios que logren educar, motivar y fomentar un pensamiento crítico serán la muestra de una buena práctica utilizando la tecnología que tenemos. Panamá, hoy en día, cuenta con tecnologías innovadoras para fomentar el reciclaje en la zona, proyectos como reciclaportufuturo.org que es un sitio web en asociación con el gobierno y empresas privadas buscan sensibilizar la cultura del reciclaje en la sociedad panameña. Pese a ser un aporte tecnológico a la sociedad panameña existen limitaciones como la actualización de la información compartida, además con el pasar de los días nuevas técnicas de reciclaje siguen surgiendo, como las 4Rs que fueron recibiendo cambios para que actualmente se mencionen las 7Rs del reciclaje, permitiendo nuevos proyectos e investigaciones.

Este proyecto tiene como objetivo proporcionar un sitio web innovador para la divulgación del reciclaje y comprensión de las 7Rs, en la población en general, buscando ampliar los horizontes en la circulación del mensaje para que más personas tengan la oportunidad de acceder a ella desde el lugar donde se encuentren. También se incluye una sección de localización de los puntos conocidos de reciclaje del país y los desechos aceptados por los mismos, permitiendo a la comunidad saber acerca de sitios de interés para reciclar. Además, de disponer de otras secciones informativas e interactivas para el usuario. Brindándole así al cibernauta una perspectiva y experiencia diferente con otros sitios web.

Igualmente, este proyecto busca integrar producción y consumo responsable que sería el doceavo objetivo de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Globales, fueron adoptados por las Naciones Unidas en 2015 como un llamamiento universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que para el 2030 todas las personas disfruten de paz y prosperidad [8].

El sitio web aplica estándares de programación como buena práctica, que incluyen despliegue de interfaces amigables y responsive siendo accesible, dinámico y saludable a la visión del usuario.

ReciVerde está dividida en (6) secciones donde se encontrará información como: banners informativos, datos curiosos, el significado de las 7Rs ejemplificado, el uso correcto de los depósitos de reciclaje, perspectiva del daño causado por la contaminación, localizaciones de puntos de reciclaje en el país y el significado de nuestro proyecto web, ofreciendo así orientación al público en general sobre la problemática del reciclaje.

Decidimos llamar a nuestro proyecto ReciVerde por nuestra mascota creada la cual Representa la idea de un enfoque sostenible hacia el reciclaje. Permittiéndonos ser únicos dinámicos a todos los demás.

El presente prototipo se probará en un público general. Se busca utilizar la divulgación en redes sociales de la página web y poder tener la mayor cantidad de data posible.

2. Contenido

2.1. Diseño del Software

Para el diseño y desarrollo del sitio web se realizaron las siguientes etapas.

Primera etapa: creación de la base del proyecto

Se determinaron las estructuras básicas para el sitio web como distribución de información, posición de las imágenes, colores, funcionamiento y otras importantes. Además, se instalaron paquetes como Node.js y un preprocesador de CSS para mejorar la eficiencia a la hora de programar.

Se crearon las interfaces como el inicio, qué es el reciclaje, las 7Rs, contenedores de reciclaje, puntos de reciclaje en Panamá y ReciVerde.

La distribución del sitio web es la siguiente:

1. Primero se cuenta con un inicio donde se muestran mensajes, etiquetas a otras páginas de interés, redes sociales y un banner en la cual se encuentra nuestra mascota llamada ReciVerde.
2. Segundo tenemos una sección llamada ¿Qué es reciclaje? En donde podremos conocer sobre el reciclaje, una imagen interactiva para que las personas conozcan la realidad de reciclar versus el no hacerlo, beneficios, cómo hacerlo correctamente, frases motivadoras, consecuencias y un carrusel de la situación de la disposición de la basura en la sociedad.
3. Tercero la sección de las 7Rs donde las conoceremos mediante un camino de imágenes representativas.
4. Cuarto establecido para conocer la buena disposición de los desechos en los contenedores de basura.
5. Quinto se creó una sección en donde se podrá conocer los sitios de reciclaje disponibles en el país y tendrá disponibilidad de localización mediante Google Maps para permitirle al visitante la dirección.
6. En el apartado ReciVerde se conoce más sobre este proyecto, el equipo de desarrollo y una opción para contactarse con sus creadores.



Fig. 2. Distribución del sitio web. Reciverde

Segunda Etapa:

Esta etapa será dedicada al desarrollo de la información que almacenará Reciverde, se comprobó información textual ingresadas a las diferentes secciones.

Fueron creadas las redes sociales de Reciverde en Instagram, Facebook y YouTube respectivamente para promover su distribución.

Tercera etapa:

El equipo de desarrollo se dedicó a la validación de información y detección de errores que provoquen conflictos dentro del sitio web antes de ser distribuido al usuario final. Se hacen las pruebas y se realizan las correcciones a fin de que el prototipo tenga la fluidez y comprensión de cada sección de la aplicación requerida.

2.2. Población y muestra

Se desarrolló una encuesta utilizando la plataforma de Microsoft Forms para medir el objetivo del proyecto. La encuesta se accedía mediante enlaces internos en el sitio web Reciverde. De esta manera, la población panameña desde los 10 años en adelante que utilizaban la página eran redirigidas a la encuesta. Con esto, se buscaba obtener información sobre el conocimiento previo y posterior al uso de Reciverde, la experiencia en el sitio, la recomendación y la valoración de los usuarios.

228 personas de diferentes ubicaciones del país Panamá y el mundo utilizaron el sitio web, 72 respuestas fueron recibidas para la validación de Reciverde junto a comentarios por parte de los usuarios que impulsan el mejoramiento continuo del sitio web.

3. Los resultados

Prototipo funcional Reciverde es una página web alojada en la dirección <https://reciverde.com/>

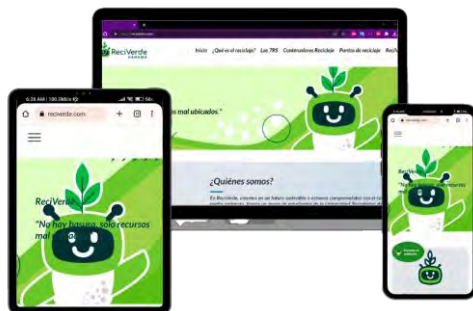


Fig. 3. Interfaz de ReciVerde en múltiples dispositivos.

A continuación, se muestran los datos claves del funcionamiento del sitio web ReciVerde por medio de pruebas recibidas por las personas.

La cual puede ser accedida desde cualquier dispositivo con acceso a internet ya sea una computadora, un Smartphone, una Tablet o un Smart TV.

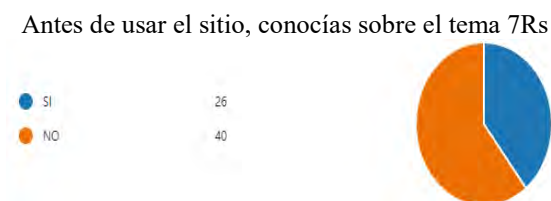


Fig. 4. Conocimiento de las 7Rs antes de utilizar el sitio web.

Se estima que un 61% de las personas que utilizaron el sitio web ReciVerde no tenían conocimiento alguno sobre el tema de las 7Rs, según un análisis. Por otro lado, un 39% ya poseía información sobre dicho tema.

Proporcione una valoración global del Sitio web ReciVerde



Fig. 5. valoración del contenido que ofrece ReciVerde de manera global.

Con el fin de determinar si el contenido de la información ofrecida en ReciVerde era adecuado para cumplir nuestro objetivo sobre las 7Rs y el reciclaje, se incluyó una tabla de valoración global. En esta tabla, se observó que un 61% evaluó el sitio con 5 estrellas, un 29% con 4 estrellas, un 8% con 3 estrellas, un 2% con 2 estrellas y, finalmente, un 2% otorgó solo 1 estrella. Esto nos indica que aún hay aspectos que mejorar dentro de la página web para optimizar el mensaje que deseamos transmitir a

los usuarios. Cabe resaltar que esta valoración se realizó en base a 5, siendo esta la puntuación más alta.

Al utilizar el sitio web sobre el reciclaje y las 7Rs, cómo se incrementó tu comprensión sobre el tema

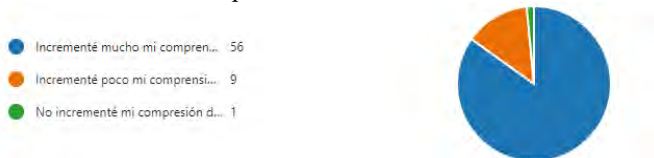


Fig. 6. Gráfica del incremento en la comprensión del tema utilizando a ReciVerde.

En la gráfica anterior, se obtuvieron datos sobre el aumento de la comprensión del tema del reciclaje y las 7Rs. Indicándonos que la gran mayoría de las personas incrementaron su conocimiento gracias al uso del sitio web ReciVerde.

Después de usar ReciVerde, ¿cuán motivado te sientes para reciclar?

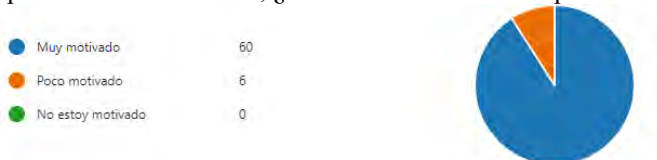


Fig. 7. Datos sobre los usuarios motivados después de haber usado a ReciVerde.

En la gráfica anterior se muestra el nivel de motivación alcanzado por los usuarios después de utilizar el sitio web. Se observa que un 91% terminó muy motivado, mientras que solo un 9% se mostró poco motivado. Esto evidencia que nuestro objetivo se está cumpliendo, aunque aún hay detalles por mejorar.

4. Conclusiones

Este artículo presenta la creación de un sitio web funcional para la divulgación del reciclaje y comprensión de las 7Rs, en la población en general. Los principales logros fueron:

- ✓ Se completó la creación de un sitio web funcional llamado ReciVerde para el público en general.
- ✓ Se presentó una alternativa para que las personas en Panamá puedan conocer más sobre el reciclaje y las 7Rs.
- ✓ Se logró que las personas accedieran al sitio web desde diferentes dispositivos y así aumentaran su conocimiento sobre el reciclaje y las 7Rs, aunque se requieren mejoras continuas para hacerlo óptimo para los usuarios.
- ✓ Se determinó que en Panamá se necesita un sitio que pueda incluir información sobre los puntos de reciclaje disponibles en el país.

5. Referencias

- [1] Efeverde (2019, Julio). “«El reciclaje se enfrenta a una dura batalla para imponerse en Panamá».” EFE:Verde. [Online]. Aviable: <https://efeverde.com/reciclaje-panama/> [abril 19, 2023].
- [2] Aportando soluciones para la gestión integral de residuos sólidos en Panamá | Programa de las Naciones Unidas para el IDesarrollo. (2019, 10 diciembre). UNDP. [Online]. Aviable: <https://www.undp.org/es/panama/news/aportando-soluciones-para-la-gestión-integral-de-residuos-sólidos-en-panamá> [abril 19, 2023].
- [3] Marea Verde Panama | Educación y sensibilización. (2018, septiembre). Marea Verde. [Online]. Aviable: <https://en.mareaverdepanama.org/programadeeducaci%C3%B3nnaulasverdes> [julio 17, 2023].
- [4] Vega, G. (2021, 18 octubre). ¿Qué es el reciclaje y cuales son sus tipos? ArcGIS StoryMaps. [Online]. Aviable: <https://storymaps.arcgis.com/stories/083c47d0edfd49e09e435e2ccfd695e> [abril 23, 2023].
- [5] PRENSA (2021, agosto). Más de 249 mil toneladas de basura ha recolectado la AAUD en la ciudad capital. AAUD [Online]. Aviable: <https://www.aud.gob.pa/index.asp?sec=Noticias/2021&id=08-20-2021> [mayo 25, 2023].
- [6] Nestor Padilla (2021, Dic). “El Reciclaje en Panamá | Eco Services Panamá.” Eco Services. [Online]. Aviable: <https://ecoservicespanama.com/2021/12/22/el-reciclaje-en-panama-2/> [abril 18, 2023]
- [7] Conciencia ecológica: importancia del reciclaje en la actualidad | agostoconla vida. (n.d.-b). [Online]. Aviable: <https://www.nestleagustoconla vida.com/re/importancia-reciclaje> [mayo 4, 2023]
- [8] Undp (2022, may). Objetivos de Desarrollo Sostenible | Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo. Undp.org [Online]. Aviable: <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals> [mayo 10, 2023].

Aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes a través de un entorno de aprendizaje gamificado

Carlos J. Hellín, Francisco Calles-Esteban, Adrián Valledor, Hanli Liu, Abdelhamid Tayebi, Josefa Gómez

Departamento de Ciencias de la Computación. Universidad de Alcalá (España)
carlos.hellin@uah.es; francisco.calles@uah.es; adrian.valledor@uah.es; hanli.liu@edu.uah.es;
josefa.gomezp@uah.es; hamid.tayebi@uah.es

Resumen. Este artículo tiene como objetivo estudiar los efectos de la gamificación y la evaluación automática en el aprendizaje de la programación. Para ello, se ha diseñado y desarrollado una herramienta web de gamificación que integra elementos y principios de juego con capacidades de evaluación automática de la programación. Se ha implementado y evaluado una experiencia gamificada en una asignatura de programación, utilizando la herramienta web diseñada, y se ha medido su impacto en la motivación y el compromiso de los estudiantes. Los resultados obtenidos han mostrado que la gamificación puede tener un efecto positivo en el aprendizaje de la programación, siempre que se realice un diseño cuidadoso y adaptado al contexto y al público. Además, se han identificado las funcionalidades y características de la herramienta web gamificada que influyen positiva o negativamente en la motivación de los estudiantes. Este trabajo contribuye al conocimiento sobre cómo diseñar e implementar experiencias gamificadas efectivas y adecuadas para el aprendizaje de la programación, así como a evaluar su impacto real en la educación.

Palabras clave: gamificación, evaluación automática, aprendizaje de la programación, herramienta web, motivación, compromiso, experiencia gamificada

1. Introducción

La educación es un campo fundamental para el desarrollo de las personas y de la sociedad. Sin embargo, los procesos de enseñanza y aprendizaje se enfrentan a diversos retos y dificultades, especialmente en el contexto actual de la sociedad digital. Uno de estos retos es el de mantener la motivación y el interés de los estudiantes, que cada vez están más expuestos a una gran cantidad de estímulos e información provenientes de diferentes medios y plataformas. La motivación es un factor clave para el éxito académico, ya que influye en la atención, la persistencia, el esfuerzo y la satisfacción de los alumnos [1]. Por ello, es necesario buscar estrategias y herramientas que puedan favorecer la motivación de los estudiantes y mejorar su experiencia de aprendizaje.

Una de las estrategias que ha cobrado relevancia en los últimos años es la gamificación, que consiste en aplicar elementos y principios propios del diseño de juegos en contextos no lúdicos, con el fin de aumentar la participación, el compromiso y la diversión de los usuarios [2]. La gamificación se ha utilizado en diversos ámbitos, como el marketing, la salud o la educación, con resultados positivos en términos de motivación, comportamiento y rendimiento [3]. En el ámbito educativo, la gamificación se ha planteado como una forma de aprovechar el potencial motivador y pedagógico de los juegos para crear entornos de aprendizaje más atractivos, dinámicos e interactivos [4]. Así, la gamificación puede contribuir a fomentar el interés y la curiosidad de los estudiantes, a estimular su autonomía y creatividad, a reforzar su autoeficacia y autoestima, a promover su colaboración y competencia, y a proporcionarles una retroalimentación inmediata y significativa [5].

Sin embargo, la gamificación no es una solución mágica ni universal para mejorar la educación. Su efectividad depende de múltiples factores, como el diseño, la implementación, el contexto, el público y los objetivos [6].

2. Estado del arte

La gamificación en la educación es una tendencia que ha cobrado fuerza en los últimos años, debido a sus potenciales beneficios para mejorar la motivación, el compromiso, el rendimiento y el aprendizaje de los estudiantes. La gamificación se puede aplicar en diferentes niveles educativos, asignaturas, modalidades y entornos, utilizando diversas estrategias, herramientas y recursos [7].

Uno de los ámbitos educativos donde la gamificación ha tenido una mayor presencia y desarrollo es el de la enseñanza y el aprendizaje de la programación. La programación es una competencia cada vez más demandada y relevante en la sociedad actual, pero también presenta numerosos desafíos y dificultades para su adquisición y dominio [9]. La gamificación puede contribuir a superar algunos de estos desafíos y dificultades, al proporcionar un entorno más lúdico, estimulante y personalizado para el aprendizaje de la programación [8].

Existen numerosos estudios que han investigado los efectos de la gamificación en el aprendizaje de la programación, utilizando diferentes diseños experimentales, muestras, contextos, elementos de juego y variables de medición. En general, los resultados de estos estudios son positivos o neutrales, mostrando que la gamificación puede tener un impacto favorable o al menos no perjudicial en aspectos como la motivación, el interés, la satisfacción, la asistencia, la participación, el esfuerzo, el progreso, el rendimiento o el aprendizaje de los estudiantes [9]-[11]. Estos resultados sugieren que la gamificación no es una solución mágica o universal para el aprendizaje de la programación, sino que requiere un diseño cuidadoso y adaptado a cada caso.

Estas herramientas se pueden clasificar en dos categorías principales, según el tipo de actividad o tarea que proponen a los estudiantes: los juegos serios y las plataformas de aprendizaje. Los juegos serios son aplicaciones informáticas que tienen un propósito educativo explícito, pero que utilizan elementos y principios del diseño de juegos para crear una experiencia lúdica y motivadora para los usuarios [12]. Los juegos serios para el aprendizaje de la programación, que se plantean una serie de desafíos o problemas

que se deben resolver mediante el uso de conceptos, lenguajes o herramientas de programación.

Las plataformas de aprendizaje son aplicaciones informáticas que ofrecen contenidos actividades y recursos para facilitar el aprendizaje de un determinado dominio o materia, como la programación. Las plataformas de aprendizaje para la programación suelen presentar una interfaz que integra un editor de código, un compilador o interprete, un depurador y un evaluador automático, que permite al usuario escribir, ejecutar y evaluar su código de forma interactiva y sencilla.

3. Objetivos

La programación es una competencia fundamental en el ámbito informático y tecnológico. A pesar de su relevancia, muchos estudiantes enfrentan desafíos en su aprendizaje, desde problemas conceptuales hasta desmotivación y frustración. Para abordar esto, se ha propuesto la evaluación automática como herramienta para mejorar el proceso educativo, ofreciendo retroalimentación inmediata. Sin embargo, este método tiene sus limitaciones, como la posible falta de interacción humana y la dificultad para evaluar aspectos creativos. Por ello, la gamificación se presenta como un complemento ideal para la evaluación automática, incentivando el aprendizaje lúdico y la colaboración entre estudiantes. A pesar de su potencial, no existen estudios exhaustivos sobre la gamificación combinada con la evaluación automática en la enseñanza de programación [13]. De ahí que este estudio busque examinar los efectos de ambas herramientas. Las preguntas de investigación que guían este estudio son:

- PI1: ¿Cómo afecta la integración de un sistema de gamificación a la motivación y el compromiso de los estudiantes en una asignatura de programación?
- PI2: ¿Qué funcionalidades de la herramienta gamificada basada en la web influyen en la motivación de los estudiantes?

4. Materiales y métodos

Para responder a las preguntas de investigación presentadas en la sección de Objetivos, se empleará una metodología de evaluación integral que incluirá técnicas de recolección de datos cuantitativos. El estudio implicará una muestra de estudiantes inscritos en la asignatura de programación, quienes interactuarán con la herramienta a lo largo de la duración del curso. Su rendimiento, nivel de participación y comentarios se analizarán para evaluar el impacto de la herramienta en su experiencia de aprendizaje.

Para evaluar la efectividad de la herramienta propuesta, se llevará a cabo una evaluación integral. Esta evaluación incluirá el análisis cuantitativo de las respuestas de los estudiantes a través de una encuesta. Los resultados de esta encuesta proporcionarán información valiosa sobre el impacto de la gamificación y la evaluación automatizada en la motivación y los resultados de aprendizaje de los estudiantes en el contexto de las asignaturas de programación.

Este estudio se realizó en una universidad pública en España. Un total de 215 estudiantes de tres grados diferentes en Ciencias de la Computación participaron en este estudio. Los grados son Ingeniería Informática, Ingeniería de Computadores e Ingeniería en Sistemas de Información. Estos grados representan áreas especializadas dentro del campo más amplio de las Ciencias de la Computación, cada uno con enfoques educativos y trayectorias profesionales diferentes. La muestra se seleccionó mediante un muestreo aleatorio estratificado, dividiendo a los estudiantes en tres estratos correspondientes a los diferentes grados de las Ciencias de la Computación. Dentro de cada estrato, se seleccionaron al azar los estudiantes utilizando un proceso de aleatorización generado por ordenador para asegurar una selección imparcial. Los participantes eran estudiantes de grado inscritos en una asignatura de programación orientada a objetos.

La asignatura se gamificó utilizando software basado en web como se muestra en la fig. 1, que incluía características como puntos, insignias y tablas de clasificación. El rendimiento de los estudiantes se evaluó mediante tareas de programación y su motivación y compromiso se midieron mediante una encuesta. Desde marzo de 2023 hasta mayo de 2023, se utilizó una plataforma de encuestas en línea para administrar un cuestionario a los estudiantes [14]. La participación de estos estudiantes en el estudio fue completamente voluntaria y tuvieron la opción de decidir si completar o no el cuestionario. Es importante enfatizar que el cuestionario garantizaba el anonimato y la confidencialidad. Esta naturaleza voluntaria de la participación dio lugar a una tasa de respuesta del 52,5%, que representa la diferencia entre el número de estudiantes que tomaron la asignatura y el número de estudiantes que evaluaron el software.

Posteriormente, la plataforma de encuestas en línea proporcionó un archivo de Excel con las respuestas de los estudiantes, facilitando el análisis de los datos recopilados. El análisis de datos para este estudio se realizó utilizando el software R 4.1.1, respaldado por el equipo principal de R y la Fundación R para la Computación Estadística. Los análisis se realizaron en una máquina Windows 10 x86-64 con un procesador Intel(R) Core(TM) i7-7700 que funciona a 3.60 GHz y 16 GB de memoria física.

Para examinar el impacto de la plataforma de gamificación en la motivación de los estudiantes en el curso de programación, el cuestionario se centró en evaluar los factores que influyeron en su motivación y compromiso con la plataforma. Utilizando una escala de calificación de 5 puntos (5: totalmente de acuerdo; 4: de acuerdo; 3: neutral; 2: en desacuerdo; 1: totalmente en desacuerdo), se les pidió a los estudiantes que calificaran su nivel de motivación al usar la plataforma de gamificación para la asignatura de programación. Se evaluaron las siguientes razones por parte de los estudiantes:

- La herramienta me motivó a asistir a clase.
- Estaba más motivado para estudiar y, por lo tanto, obtuve más puntos.
- Obtener puntos mejoró mi confianza en mí mismo.
- El entorno competitivo de la tabla de clasificación mejoró mi motivación.
- Cuando mi código no pasaba las pruebas, sentía motivación para buscar errores y solucionarlos.



Fig. 1. Página principal de la herramienta de gamificación. El alumno al entrar se encontrará primero con su perfil de usuario, incluyendo información, logros, puntos de experiencia e insignias.

5. Resultados y discusión

En esta sección se presenta los resultados obtenidos a partir de las respuestas al cuestionario sobre el impacto de la herramienta de gamificación en la motivación de los estudiantes en la asignatura de programación y su discusión a partir de las preguntas de investigación anteriormente planteadas. El cuestionario tenía como objetivo evaluar varios factores relacionados con la motivación y su influencia en la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Se muestran los resultados numéricos obtenidos a partir de las respuestas al cuestionario, proporcionando una visión general de los niveles de motivación atribuidos a la plataforma de gamificación.

El uso de la plataforma de gamificación ha influido positivamente en la motivación de los estudiantes para asistir a clase. Un porcentaje significativo de participantes (52,21%) expresó estar de acuerdo o completamente de acuerdo en este aspecto. Por el contrario, una pequeña fracción (12,39%) manifestó estar en desacuerdo o completamente en desacuerdo con la afirmación, lo que sugiere que la plataforma ha sido efectiva para motivar su asistencia a clase.

Se encontró que la motivación de los participantes para estudiar aumentó con la plataforma de gamificación, lo que resultó en una mayor acumulación de puntos. Una mayoría significativa (86,72%) estuvo de acuerdo o completamente de acuerdo con esta afirmación, destacando el papel crucial que desempeñó la plataforma para mejorar su motivación y sus logros académicos.

La adquisición de puntos a través de la plataforma ha impactado positivamente en la autoconfianza de los estudiantes. Los resultados del cuestionario revelaron que el 75,22% de los participantes estuvo de acuerdo o completamente de acuerdo en que

obtener puntos mejoró su seguridad en sí mismos, lo que indica que el sistema de recompensas integrado en la plataforma desempeñó un papel significativo para aumentar su confianza.

El entorno competitivo creado por la tabla de clasificación de la plataforma ha servido como catalizador para la motivación estudiantil. Una proporción considerable de participantes (38,05%) estuvo completamente de acuerdo y un porcentaje adicional (15,04%) estuvo de acuerdo en que el aspecto competitivo de la tabla de clasificación aumentó su motivación. Además, una proporción notable de participantes (31,86%) se mantuvo neutral, indicando una variedad de respuestas al elemento competitivo. Un porcentaje menor (12,39%) estuvo en desacuerdo, mientras que una minoría (2,65%) estaba en desacuerdo.

Los estudiantes expresaron que encontrarse con errores en su código y no superar las pruebas unitarias les motivó a buscar activamente y corregir estos errores. La mayoría de los participantes (72,56%) estuvo de acuerdo o completamente de acuerdo con esta afirmación.

En cuanto a la primera pregunta de investigación, “¿Cómo afecta la integración de un sistema de gamificación a la motivación y el compromiso de los estudiantes en una asignatura de programación?”, los resultados del cuestionario indican que la integración del sistema de gamificación ha tenido un impacto positivo en la motivación y el compromiso de los estudiantes en el curso de programación. Un porcentaje significativo de estudiantes expresó que el uso de la herramienta les había motivado a asistir a clase. Este hallazgo sugiere que los elementos de gamificación implementados en la plataforma han incentivado con éxito a los estudiantes a participar activamente en el curso.

Además, una mayoría de los estudiantes informó estar más motivada para estudiar y obtener más puntos. Este alto nivel de acuerdo demuestra la influencia del sistema de gamificación en fomentar la motivación intrínseca de los estudiantes para sobresalir en sus estudios. La correlación entre el aumento de la motivación y la acumulación de puntos sugiere que el sistema basado en puntos incentiva eficazmente a los estudiantes a esforzarse por lograr un mayor rendimiento.

En cuanto a la segunda pregunta de investigación, “¿Qué funcionalidades de la herramienta gamificada basada en la web influyen en la motivación de los estudiantes?”, los resultados del cuestionario arrojan luz sobre las funcionalidades de la herramienta gamificada basada en la web que tienen una influencia significativa en la motivación de los estudiantes. El entorno competitivo creado por la tabla de clasificación fue identificado como un fuerte motivador. Esto sugiere que la tabla de clasificación simula eficazmente una sensación de competencia entre los estudiantes, impulsándolos a superar a sus compañeros y alcanzar rangos más altos.

La adquisición de puntos también se encontró que tiene un impacto positivo en la motivación de los estudiantes. Esto indica que el sistema basado en puntos sirve como un motivador extrínseco eficaz, aumentando la confianza de los estudiantes y proporcionando una medida tangible de su progreso.

Además, cuando el código de los estudiantes no pasaba las pruebas, expresaron sentirse motivados para buscar errores y corregirlos. Este hallazgo resalta la motivación intrínseca que surge del desafío de superar obstáculos en la codificación, indicando que la herramienta gamificada promovió eficazmente las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes.

6. Conclusiones

En este artículo se ha investigado el impacto de una herramienta gamificada basada en la web sobre la motivación y el compromiso de los estudiantes en una asignatura de programación. Los resultados obtenidos a partir de las respuestas a la encuesta arrojan luz sobre la efectividad de la plataforma gamificada para mejorar la motivación de los estudiantes y su experiencia de aprendizaje. Los resultados del cuestionario indicaron que el uso de la plataforma gamificada influyó positivamente en la motivación de los estudiantes para asistir a clase. Un porcentaje significativo de los participantes expresó su acuerdo o total acuerdo en este sentido.

En conclusión, los resultados del estudio apoyan la hipótesis de que la implementación de una herramienta gamificada basada en la web aumenta significativamente la motivación y el compromiso de los estudiantes en una asignatura de programación. Los elementos de gamificación, como puntos, logros, tablas de clasificaciones y recompensas crean un entorno de aprendizaje inmersivo. Los hallazgos sugieren que la combinación de principios gamificados con capacidades automáticas de evaluación tiene un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes.

Se detectan algunas cuestiones que quedan pendientes y que pueden abrir nuevas líneas de investigación como medir el rendimiento de los estudiantes en el uso de esta herramienta de gamificación y la aplicación en varias universidades para recopilar una gama diversa de ejemplos y comentarios.

7. Referencias

- [1] P. R. Pintrich, "A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts", en, *J. Educ. Psychol.*, vol. 95, n.o 4, págs. 667-686, dic. de 2003.
- [2] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled y L. Nacke, "From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification"", en *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, ép. MindTrek '11, Tampere, Finland: Association for Computing Machinery, 2011, págs. 9-15, isbn: 9781450308168. doi: 10.1145/2181037.2181040. dirección: <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>.
- [3] J. Hamari, J. Koivisto y H. Sarsa, "Does Gamification Work? – A Literature Review of Empirical Studies on Gamification", en *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2014, págs. 3025-3034. doi: 10.1109/HICSS.2014.377.
- [4] K. Kapp, *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco, CA: Pfeiffer. ene. de 2012, isbn: 9781118096345.

- [5] J. Lee y J. Hammer, “Gamification in Education: What, How, Why Bother?”, *Academic Exchange Quarterly*, vol. 15, págs. 1-5, ene. de 2011.
- [6] K. Seaborn y D. I. Fels, “Gamification in theory and action: A survey”, *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 74, págs. 14-31, 2015, issn: 1071-5819. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2014.09.006>. dirección: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071581914001256>.
- [7] Darina Dicheva, Christo Dichev, Gennady Agre y Galia Angelova, “Gamification in education: A systematic mapping study”, *J. Educ. Techno. Soc.*, vol. 18, n.o 3, págs. 75-88, 2015.
- [8] A. Robins, J. Rountree y N. Rountree, “Learning and Teaching Programming: A Review and Discussion”, *Computer Science Education*, vol. 13, n.o 2, págs. 137-172, 2003. doi: 10.1076 / csed.13.2.137.14200. eprint: <https://doi.org/10.1076/csed.13.2.137.14200>. dirección: <https://doi.org/10.1076/csed.13.2.137.14200>.
- [9] O. Pedreira, F. García, N. Brisaboa y M. Piattini, “Gamification in software engineering – A systematic mapping”, *Information and Software Technology*, vol. 57, págs. 157-168, 2015, issn: 0950-5849. doi: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.08.007>. dirección: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584914001980>.
- [10] M. Ibáñez, A. Di-Serio y C. Delgado-Kloos, “Gamification for Engaging Computer Science Students in Learning Activities: A Case Study”, *Learning Technologies*, *IEEE Transactions on*, vol. 7, págs. 291-301, jul. de 2014. doi: 10.1109/TLT.2014.2329293.
- [11] A. Mora, D. Riera, C. González González y J. Arnedo-Moreno, “Gamification: a systematic review of design frameworks”, *Journal of Computing in Higher Education*, vol. 29, págs. 1-33, dic. de 2017. doi: 10.1007/s12528-017-9150-4.
- [12] D. Michael y S. Chen, “Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform”, ene. de 2006.
- [13] G. Polito y M. Temperini, “A gamified web based system for computer programming learning”, *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 2, pág. 100 029, 2021, issn: 2666-920X. doi: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100029>. dirección: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X21000230>.
- [14] Página web de EUSurvey, <https://ec.europa.eu/eusurvey/home/welcome> [Último acceso 28/septiembre /2023].

Desarrollo e implementación de herramienta web de gamificación aplicada a la enseñanza

Francisco Calles-Esteban, Carlos J. Hellín, Adrián Valledor, Hanli Liu, Josefa Gómez, Salvador Otón-Tortosa, Abdelhamid Tayebi

Departamento de Ciencias de la Computación. Universidad de Alcalá (España)
francisco.calles@uah.es; carlos.hellin@uah.es; adrian.valledor@uah.es; hanli.liu@edu.uah.es;
josefa.gomezp@uah.es; salvador.oton@uah.es; hamid.tayebi@uah.es

Resumen. El concepto de la gamificación requiere ser aplicado de las formas más prácticas, innovadoras y útiles que permitan brindar unos mejores resultados a nivel académico. Este trabajo se centra en desarrollar y aplicar una herramienta web de gamificación en la educación para mejorar la experiencia de aprendizaje en el contexto de una asignatura o curso de programación. Basado en investigaciones previas, este enfoque combina la gamificación con la evaluación automática de código. Se describen los elementos clave para crear un sistema educativo gamificado y se detalla su implementación utilizando diversas tecnologías que incluyen lenguajes de programación y bases de datos. Se destaca la evaluación automática de código para agilizar el aprendizaje y brindar retroalimentación inmediata a los usuarios. Con esto se pretende mejorar la educación a través de la gamificación y la automatización de la evaluación de tareas.

Palabras clave: Gamificación, desarrollo web, GraphQL, NextJS.

1. Introducción

La incorporación de elementos de juego en entornos educativos ha sido ampliamente reconocida como una estrategia efectiva para mejorar la experiencia de aprendizaje y aumentar la motivación de los estudiantes. Este enfoque pedagógico, conocido como gamificación, se basa en la aplicación de mecánicas de juegos en contextos educativos, transformando así el proceso de aprendizaje en una experiencia más lúdica y atractiva [1].

En este contexto, el presente trabajo se enfoca en la concepción y desarrollo de una herramienta web que integra los principios de la gamificación con el propósito de enriquecer la experiencia de aprendizaje de los usuarios, independientemente del ámbito educativo al que se aplique. Específicamente, esta herramienta se centra en el ámbito de la programación, donde la evaluación automática de tareas desempeña un papel fundamental para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para la creación de esta herramienta, se ha realizado una revisión exhaustiva de herramientas web previas que han incorporado elementos básicos de gamificación, como sistemas de puntos, logros y recompensas. Estas herramientas han demostrado ser útiles en entornos educativos, donde los usuarios pueden acumular puntos al

completar tareas relacionadas con el ámbito específico de la gamificación. Sin embargo, uno de los desafíos habituales en estas herramientas es la necesidad de que las tareas sean corregidas manualmente por personal docente o supervisores antes de que los usuarios puedan recibir sus recompensas.

Una de las mejoras fundamentales que se busca implementar en la herramienta web es la capacidad de autocorrección de tareas, lo cual es particularmente relevante en el ámbito de la programación. Esta característica eliminaría la necesidad de la intervención de terceros en el proceso de corrección y evaluación de las tareas, lo que resultaría en una reducción significativa de los tiempos de espera y en la agilización del proceso de aprendizaje. Además, esta funcionalidad permitiría ofrecer retroalimentación inmediata y personalizada a los usuarios, promoviendo un enfoque de aprendizaje autónomo y autodirigido.

Cabe destacar que la relevancia de la evaluación automática en el ámbito de la programación ha sido respaldada por investigaciones previas [2]. Se ha observado que los sistemas de evaluación automática no solo aumentan la motivación de los estudiantes para completar tareas con precisión, sino que también les brindan la capacidad de autoevaluarse y recibir retroalimentación detallada de manera instantánea [3]. Además, el uso de herramientas de evaluación automática durante la pandemia de COVID-19 ha demostrado ser especialmente eficaz para garantizar una educación continua y efectiva [4] [5].

A través de esta investigación, se aspira a realizar una contribución significativa al campo de la gamificación aplicada a la enseñanza, mediante el desarrollo de una herramienta web integral que combine los principios de la gamificación con la evaluación automatizada de tareas.

2. Contenidos

En el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje, la gamificación se ha destacado como una estrategia prometedora para mejorar la experiencia educativa. Diversas herramientas web que aplican la gamificación han sido objeto de estudio e implementación en diversos contextos educativos.

Los primeros estudios en este campo exploraron el uso de la gamificación en entornos web. Zichermann y Cunningham [6] ofrecieron estrategias para integrar mecánicas de juego en sitios web y aplicaciones móviles dirigidas a consumidores, mientras que Kardan y Kazemi [7] propusieron una arquitectura innovadora para entornos de gamificación basados en la web donde destacaron la solicitud de pistas para resolver ejercicios.

En una investigación [8] se evaluó la presencia de la gamificación en aplicaciones móviles de salud y fitness y se encontraron elementos de juego comunes, aunque ninguna aplicaba principios económicos de comportamiento específicos en el diseño de recompensas o puntos. En 2012 se presentó una plataforma genérica para la gamificación empresarial, destinada a aumentar la participación y la motivación de los usuarios en sistemas de información [9]. Otro estudio [10] introdujo el concepto de informes sociales móviles y propuso una arquitectura que incorpora elementos de gamificación.

Se destaca un estudio que aplicó la gamificación en un curso universitario a través de una plataforma de e-learning, demostrando que los estudiantes que experimentaron la gamificación obtuvieron mejores calificaciones en tareas prácticas y en la calificación general [11].

Kahoot, una herramienta popular, demostró ser efectiva para mejorar la motivación y el aprendizaje en diversos estudios. El investigador Michos encontró que la plataforma aumentó la motivación y la adquisición de idiomas en clases de idiomas extranjeros [12]. Se demostró que Kahoot generó un entorno de aprendizaje agradable en el aprendizaje invertido [13]. En otro estudio, Lohitharajah y Youhasan [14] demostraron que Kahoot mejoró el enfoque y la comprensión en la enseñanza remota de inmunología. También, relacionado con el ámbito de la medicina, se concluyó que Kahoot fue una estrategia valiosa en la enseñanza de anatomía, promoviendo un aprendizaje significativo [15].

3. Desarrollo del sistema

3.1 Tecnologías utilizadas

En el desarrollo de esta herramienta, se emplearon diversas tecnologías. TypeScript fue el lenguaje de programación principal utilizado tanto en el frontend como en el backend, lo que permitió una transición fluida en ambas partes. El frontend se desarrolló utilizando Next.js, basado en React, y se utilizó Chakra UI para garantizar un diseño web receptivo y accesible.

El sistema de autenticación se basó en SuperTokens con una base de datos PostgreSQL, admitiendo autenticación a través de proveedores de terceros como Gmail y GitHub.

GraphQL se utilizó como puerta de enlace entre el frontend y el backend, proporcionando un único punto de entrada para consultas y mutaciones. MongoDB se empleó como base de datos principal, y se gestionaron las entidades de documentos a través de GraphQL.

El microservicio "judge" se encargó de la evaluación automática de tareas de programación utilizando Judge0 como sistema de compilación y ejecución de código [16] compuesto por componentes adicionales como una base de datos PostgreSQL y un sistema de colas con Redis. Todos estos servicios se migraron a contenedores con Docker para permitir el despliegue continuo y la actualización sin interrupciones.

3.2 Arquitectura del sistema

La arquitectura del sistema que se muestra en la Fig. 1 se diseñó para conectar los microservicios de manera eficiente. El frontend se comunicó con el backend a través de solicitudes REST, GraphQL y HTTP. En el backend, se incluyeron microservicios como "auth", "db", "db-admin" y "judge" cada uno con su función específica en la herramienta.

En el caso del microservicio "judge" se conectó con otros microservicios, incluyendo "judge-workers", "judge-db" y "judge-queue" que se encargaban de compilar y ejecutar el código de forma aislada, almacenar las solicitudes y gestionar las colas de evaluación automatizada, respectivamente. Esta arquitectura se diseñó para asegurar un funcionamiento seguro y eficiente del proceso de evaluación automatizada de tareas de programación.

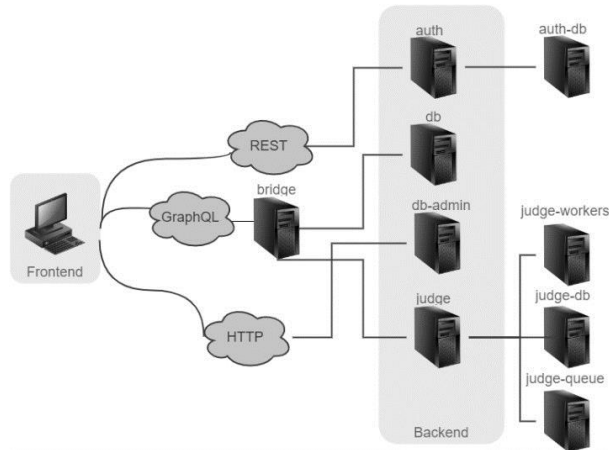


Fig. 1. Arquitectura de la aplicación.

4. Implementación del diseño del juego

4.1 Niveles

El sistema de niveles en la herramienta web se utiliza para guiar a los usuarios a través de su aprendizaje y medir su progreso. Está diseñado con una estructura jerárquica de cinco niveles, cada uno representando un mayor grado de competencia en programación. Los usuarios comienzan en el nivel inicial y avanzan al siguiente nivel al completar un número específico de tareas. La cantidad de puntos necesarios para avanzar se calcula utilizando una fórmula que considera el número de tareas del nivel actual.

Este sistema se implementa para asegurar que los usuarios no se queden atascados en un nivel y se sientan desafiados adecuadamente. Su progreso se muestra en su perfil, junto con una barra de progreso que indica el porcentaje de puntos obtenidos en un nivel y cuándo podrán avanzar al siguiente nivel.

4.2 Logros e insignias

La herramienta web incluye logros e insignias que los usuarios desbloquean al completar tareas. Cada logro otorga 15 puntos canjeables para usar en la tienda.

Hay un total de 15 logros divididos en tres categorías: progreso general (como bienvenida, novato y experto), progreso de tareas (indicando la finalización total o parcial de grupos de tareas), y logros de objetos (obtenidos al usar objetos de la tienda).

Por otro lado, las insignias siguen una lógica similar a los logros, pero no otorgan puntos canjeables y son menos numerosas. Se obtienen al completar grupos de tareas relacionadas entre sí, como familiarización, programación básica y modularidad. Estos logros e insignias se muestran en la página principal de la herramienta, véase Fig. 2

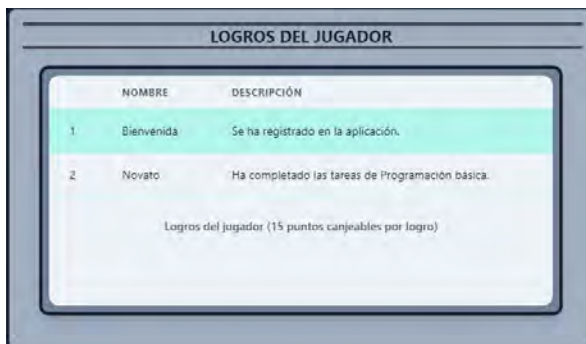


Fig. 2. Interfaz que muestra los logros conseguidos por un usuario.

4.3 Tienda

La tienda dentro de la aplicación web, cuya interfaz se muestra en la Fig. 3, permite a los usuarios obtener recompensas a medida que completan tareas y acumulan puntos canjeables, obtenidos a través de logros por completar tareas o grupos de tareas.

En la tienda, los usuarios pueden adquirir cuatro tipos de recompensas: cambiar el avatar, seleccionar un avatar animado, personalizar el fondo de pantalla y obtener un aumento adicional de 0.2 puntos en la nota final del curso. Los primeros tres objetos cuestan 30 puntos cada uno y son de compra única, mientras que el último objeto cuesta 60 puntos y se puede comprar hasta dos veces.



Fig. 3. Interfaz de la tienda de la aplicación.

4.4 Tareas

Las tareas son el componente central que los estudiantes completan para ganar puntos de experiencia, logros e insignias. Cada tarea se verifica mediante pruebas unitarias para determinar si es correcta antes de que los estudiantes puedan enviarla.

Las tareas se organizan en grupos y están vinculadas al nivel del usuario. Comenzando desde el nivel 1, los usuarios acceden al grupo de "Familiarización" y avanzan al siguiente grupo al completarlo. A partir de ese punto, deben completar la mitad de las tareas en un grupo para avanzar de nivel, lo que evita que se queden atrapados en un solo conjunto de tareas.

Cada tarea incluye un enunciado relacionado con el contenido del grupo, un editor de código Java y una sección que muestra las pruebas unitarias, así como botones para compilar, ejecutar y verificar las pruebas. Las pruebas pueden ser normales u ocultas, y se utilizan para evaluar el código y garantizar su corrección sin necesidad de intervención del profesor. Un ejemplo de tarea sería el que se muestra en la Fig. 4



Fig. 4. Interfaz de una tarea de programación y sus tests.

5. Resultados

Con el desarrollo e implementación de la herramienta web de gamificación presentada en este trabajo, se ha buscado mejorar la experiencia de aprendizaje en una asignatura de programación.

La plataforma se ha diseñado con una interfaz intuitiva y fácil de usar, buscando facilitar la interacción de los estudiantes con los recursos de aprendizaje. Para asegurar la escalabilidad y el rendimiento del sistema, se ha optado por una arquitectura basada en microservicios, utilizando tecnologías modernas y eficientes.

Los elementos de gamificación incorporados, tales como niveles, logros, insignias y puntos, han permitido establecer un itinerario de aprendizaje claro y progresivo, aumentando la complejidad de los desafíos a medida que los estudiantes avanzan. Además, la herramienta cuenta con un sistema automático de corrección de ejercicios, que no solo facilita el aprendizaje autónomo, sino que también reduce la carga de trabajo docente.

Es crucial señalar que, aunque los resultados obtenidos son prometedores, se requiere de estudios adicionales y de una validación más exhaustiva para respaldar de manera objetiva las conclusiones presentadas. En el artículo publicado por los mismos autores [17] se ha realizado una evaluación cuantitativa y cualitativa para medir el impacto real de la herramienta en el rendimiento y la motivación de los estudiantes.

En cuanto a la parte técnica de la herramienta, se prevé la realización de mejoras en la interfaz de usuario, la integración de soporte para inicio de sesión SAML para facilitar el acceso a usuarios de universidades u otras instituciones, la incorporación de herramientas que enriquezcan el entorno de desarrollo, y la expansión del diseño del juego para incluir elementos adicionales, como pistas, y para adaptarse a las necesidades de diferentes tipos de usuarios.

6. Referencias

- [1] R. Molina-Carmona y F. Llorens-Largo, «Gamification and Advanced Technology to Enhance Motivation in Education,» *Informatics*, vol. 7, n° 2, 2020.
- [2] G. Polito y M. Temperini, «A gamified web based system for computer programming learning,» *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 2, p. 100 029, 2021.
- [3] A. Gordillo, «Effect of an Instructor-Centered Tool for Automatic Assessment of Programming Assignments on Students. Perceptions and Performance,» *Sustainability*, 2019.
- [4] E. Barra, S. López-Pernas, Á. Alonso, J. F. Sánchez-Rada, A. Gordillo y J. Quemada, «Automated Assessment in Programming Courses: A Case Study during the COVID-19 Era,» *Sustainability*, 2020.
- [5] Z. Ullah, A. Lajis, M. M. Jamjoom, A. H. Altalhi, A. A.-M. Al-Ghamdi y F. Saleem, «The effect of automatic assessment on novice programming:

- Strengths and limitations of existing systems,» *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 26, pp. 2328-2341, 2018.
- [6] G. Zichermann y C. Cunningham, «Gamification by Design - Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps,» 2011.
- [7] A. A. Kardan y A. Kazemi Arani, «A novel gamification-based architecture for web environments,» de *2016 Second International Conference on Web Research (ICWR)*, 2016.
- [8] V. Cotton y M. S. Patel, «Gamification Use and Design in Popular Health and Fitness Mobile Applications,» *American Journal of Health Promotion*, vol. 33, pp. 448-451, 2018.
- [9] P. Herzig, M. Ameling y A. Schill, «A Generic Platform for Enterprise Gamification,» de *2012 Joint Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture and European Conference on Software Architecture*, 2012.
- [10] D. N. Crowley, J. G. Breslin, P. M. Corcoran y K. Young, «Gamification of citizen sensing through mobile social reporting,» de *2012 IEEE International Games Innovation Conference*, 2012.
- [11] A. Domínguez, J. Saenz de Navarrete, L. de Marcos, L. Fernández Sanz, C. Pagés y J. J. Martínez Herráiz, «Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes,» *Computers Education*, vol. 63, pp. 380-392, 2013.
- [12] M. V. Michos, «Gamification in Foreign Language Teaching: Do You Kahoot?,» 2017.
- [13] A. Y. Gündüz y B. Akkoyunlu, «The Gamification Tool For The Classroom Response Systems: Kahoot,» *Hacettepe University Journal of Education*, 2019.
- [14] J. Lohitharajah y P. Youhasan, «Utilizing gamification effect through Kahoot in remote teaching of immunology: Medical students' perceptions,» *Journal of Advances in Medical Education & Professionalism*, vol. 10, pp. 156-162, 2022.
- [15] F. O. R. Freitas, A. G. Scafuri y M. Scafuri, «Kahoot as a tool in the anatomy teaching and learning process: Teaching gamification,» *The FASEB Journal*, vol. 34, 2020.
- [16] H. Z. Došilović y I. Mekterović, «Robust and scalable online code execution system,» de *43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO)*, 2020.
- [17] C. J. Hellín, F. Calles-Esteban, A. Valledor, J. Gómez, S. Otón-Tortosa y A. Tayebi, «Enhancing Student Motivation and Engagement through a Gamified Learning Environment,» *Sustainability*, vol. 15, n° 19, p. 20, 2023.

Vigilancia representacional de laboratorios remotos de química

Gabriel Medina¹, Camila Muñoz¹, Narciso Veron-Rojas¹, Ignacio Idoyaga¹

¹ Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y apoyo a la educación científica (Argentina).
gabriel.medina@uba.ar

Resumen. Esta investigación se enfoca en el análisis de las representaciones visuales (RV) en laboratorios remotos (LR) usados para enseñar Química en entornos virtuales. Los LR permiten a los estudiantes realizar experimentos de manera remota a través de una interfaz en línea. La metodología incluyó el diseño de una pauta de vigilancia para analizar tipos de RV, procesamiento de información gráfica y actividades cognitivas ligadas a la semiosis de las representaciones. Se aplicó esta pauta a dos LR específicos, revelando similitudes y diferencias. Ambos LR tenían ilustraciones y videos en la sección de introducción, pero carecían de diagramas informativos. Se observó un nivel explícito de procesamiento gráfico en la introducción y un nivel conceptual en la observación. Las actividades cognitivas sugieren una orientación hacia la formación de nuevas representaciones y la conversión de datos en gráficos. Este análisis es crucial para mejorar el diseño de LR, facilitando la comprensión y el aprendizaje de los estudiantes en Química. Puede guiar futuras revisiones y mejoras en la presentación de RV en la enseñanza remota.

Palabras clave: Representaciones Visuales, Laboratorios Remotos, Actividades experimentales, Enseñanza de la química.

1. Introducción

La enseñanza de la química enfrenta desafíos particulares en los nuevos entornos digitales. En el ámbito educativo, desde hace décadas se busca incorporar las tecnologías digitales para acompañar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, el confinamiento por la pandemia puso en evidencia la inadecuada preparación de las instituciones y el profesorado en relación al campo de la tecnología educativa [1]. Los profesores manifiestan carecer de los conocimientos y destrezas para planificar, desarrollar y evaluar situaciones educativas gestionadas a través de entornos virtuales [2]. Los desarrollos disponibles que abordan el trabajo experimental en interfaces digitales, incluyen aproximaciones teóricas como el modelo didáctico de laboratorio extendido [3]. El cual propone el establecimiento de un híbrido experimental en el que el Laboratorio Remoto (LR) resulta relevante, ya que permite la realización de prácticas de alta sofisticación [4] propias del trabajo experimental. Estos LR son un conjunto de tecnologías hardware y software que

posibilitan que estudiantes y profesores realicen actividades experimentales reales en cualquier lugar y momento [5]. En el desarrollo y evolución de las ciencias naturales, entre ellas la química. Las actividades experimentales (AE) son fundamentales, ya que implican un modo de conocer privilegiado [6]. En este contexto, las AE se encuentran relacionadas con la naturaleza disciplinar y son consideradas como una estrategia de elección para su enseñanza [7]. No obstante, su desarrollo en propuestas experimentales mediadas por tecnologías es un espacio investigativo que no está suficientemente explorado [8] por lo que esta pesquisa busca contribuir en esta área de la educación científica.

1.1. Representaciones visuales y laboratorios remotos

En la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia y la tecnología opera un híbrido semiótico o representacional [9] construido en diversos registros: lengua natural oral o escrita, el lenguaje algebraico y las representaciones visuales (RV). Las RV juegan un papel fundamental en la educación en química [10] debido a que capturan los atributos esenciales de objetos, fenómenos o conceptos, permitiendo presentar aspectos del mundo natural de manera abstracta [11]. Se pueden entender como soportes cognitivos [12] que facilitan la construcción del conocimiento científico.

Estas representaciones, se componen de elementos como puntos y líneas dispuestos en una superficie bidimensional para encriptar significados [13]. Las RV pueden incluir gráficos, ilustraciones, mapas y diagramas [14]. Estos sistemas estructurados comparten características específicas [15] y proporcionan información cuantitativa, cualitativa o icónica para orientar e informar. Asimismo, las RV pueden contener distintas cantidades de información [16] y se procesan a diferentes niveles de complejidad [17]. Debido a su importancia en el desarrollo de actividades cognitivas [18], el uso de estas representaciones en la enseñanza de las ciencias ha sido objeto de gran interés en la investigación. Investigaciones recientes reconocen a los LR como una innovación prometedora para mejorar la enseñanza de la ciencia en todos los niveles educativos [4, 19].

La naturaleza predominantemente representativa y semiótica de la interfaz de los LR requiere que se preste atención a las actividades cognitivas relacionadas a la semiosis en el desarrollo de AE [20]. La interacción con los LR se realiza a distancia a través de una interfaz gráfico de usuario y constituyen un entorno educativo que permite la obtención de datos empíricos y el trabajo con la incertidumbre experimental [21]. Asimismo, los LR pueden clasificarse en Laboratorios en Tiempo Real (LTR) y Laboratorios Diferidos (LD)[22]. Estos últimos, resuelve problemas relacionados a la experimentación tales como la masividad, las aulas heterogéneas del CBC y la disponibilidad de acceso de los recursos y en particular en la química como es la irreversibilidad de los procesos. En ambos casos los datos son reales y se mantienen los errores sistemáticos y aleatorios propios de la AE. Este trabajo está orientado a realizar una vigilancia representacional [7] como un proceso sistémico de obtención de información empírica de las representaciones visuales para propiciar mejoras en las propuestas de enseñanza. En esta oportunidad nos referiremos a los LR de disciplinas científicas de gran carga semiótica como la química.

2. Metodología

Proponemos analizar las representaciones visuales de dos laboratorios remotos (Figura 1) que se utilizan en la enseñanza de la química, específicamente, LR: Ley de Boyle (LR1) y Ley Gay-Lussac (LR2) ambos serán analizados desde diferentes dimensiones vinculadas a tipo de RV, nivel de procesamiento de información de la RV y actividades cognitivas ligadas a la semiosis de RV. Todos estos elementos están organizados en una pauta de observación cerrada. La *pauta de vigilancia* de RV permite categorizar las RV a partir de diferentes taxonomías desarrolladas en el estudio de aspectos representacionales en la enseñanza de las ciencias naturales. Los LR que analizamos fueron diseñados por el Laboratorio de Experimentación Remota de la Universidad Estatal a Distancia (UNED) de Costa Rica. Estos laboratorios remotos son los que se utilizan en la asignatura Química, con más de 6000 estudiantes por año, del Ciclo Básico Común (CBC) de la Universidad de Buenos Aires. Estos, comparten una macroestructura conformada por tres secciones: introducción (que presenta la experiencia), configuración (permite ajustar los parámetros de la actividad experimental) y observación (obtención de datos reales). Esta estructura compartida nos permite comparar las RV presentes en cada sección.



Fig. 1. Laboratorios remotos de la muestra: Ley de Boyle (LR1) y Ley Gay-Lussac (LR2)

2.1. Instrumento de vigilancia de RV

Para lograr la vigilancia representacional de los LR antes mencionados, se elaboró una *pauta de vigilancia de RV*. Todos los elementos que aquí se presentan fueron adaptados del análisis representacional de laboratorio remoto para la enseñanza de la física desarrollado por [23]. Este instrumento en primer lugar revela el tipo de RV presente en los LR considerando la clasificación propuesta por [14]. Estos autores proponen que las RV pueden adoptar diversas formas tales como diagramas, que muestran relaciones conceptuales; ilustraciones, que tienen un propósito explicativo; mapas, que representan relaciones espaciales; y gráficos, que ilustran relaciones cuantitativas entre variables. Con el propósito de diferenciar y tipificar esta dimensión se recurrió a una clave dicotómica (Figura 2).

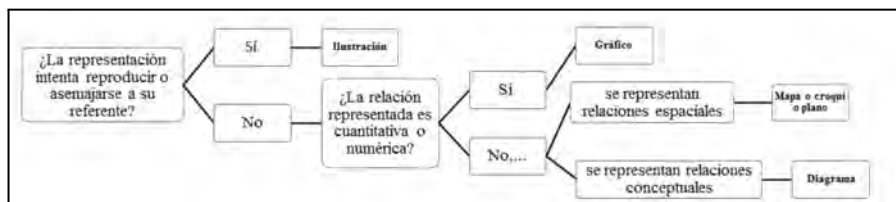


Fig. 2. Clave dicotómica incluida en la pauta de vigilancia de RV con el fin de diferenciar y tipificar las representaciones gráficas presentes en los LR.

En segundo lugar la pauta de vigilancia de RV, permite categorizar el nivel de procesamiento de RV con diferente cantidad de información [16, 17] proponen tres diferentes niveles de complejidad para el procesamiento de información de una RV. El procesamiento de información explícita, el cual implica el reconocimiento de los elementos visuales presentes en las RV; el procesamiento de información implícita, el cual implica la identificación de tendencias y regularidades y supone un cierto conocimiento y dominio del sistema semiótico a observar. Y el procesamiento de información conceptual, el cual implica la internalización de la RV para construir un nuevo significado y ampliar la comprensión. En tercer lugar la pauta de vigilancia de RV, permite tipificar las actividades cognitivas ligadas a la semiosis de RV [18]. Según el diseño específico de un LR, los estudiantes pueden realizar acciones de análisis o expansión de la información para realizar operaciones y mediciones utilizando gráficos u otros tipos de RV (actividad cognitiva de formación). En algunos casos, podrían necesitar transformar una RV en otro tipo de registro semiótico, como el lenguaje natural o el algebraico (actividad cognitiva de tratamiento). Y por último, el trabajo en un LR puede estar dirigido hacia la construcción de una nueva representación (actividad cognitiva de conversión), ya que muchas prácticas de experimentación remota se diseñan con la finalidad de llegar a la obtención de un gráfico como resultado final de la instrucción [24].

2.2. Análisis de los datos

El análisis de los datos implicó una revisión exhaustiva de las RV de los LR detalladas en el apartado anterior. Se aplicó el método de triangulación del investigador [25]: cada uno de los tres investigadores analizó y categorizó las RV presentes en el LR de manera independiente según la pauta de vigilancia. Se solicitó a cada investigador que argumente su elección y que incluyera indicadores, ya fueran elementos textuales o gráficos, presentes en la interfaz. Finalmente, se realizó una discusión del análisis individual para identificar patrones, tendencias o divergencias en el análisis de las RV que se presentaban en cada instancia del LR. De esta manera se buscó minimizar el impacto de la subjetividad en la interpretación de datos. Se determinaron las frecuencias absolutas para las dos primeras categorías. Para el análisis de actividades cognitivas ligadas a la semiosis de RV, se decidió evaluar su presencia o ausencia de manera colectiva.

3. Resultados y discusión de resultados

En cuanto a los tipos de RV encontramos similitudes (Tabla 1) en la sección introducción. En ambos LR hay una ilustración y un video. La ilustración muestra la conformación del equipo de experimentación e identifica y rotula con etiquetas cada una de sus partes. El video agrupa una serie de RV: la mayoría ilustraciones (fotografías y dibujos) con escasa información (etiquetas), la expresión algebraica de las leyes de los gases, una fotografía con todos los materiales y un gráfico cartesiano

que corresponde, en el caso del LR2 a una isocórica y el caso del LR1 a una isoterma. Si bien ambas RV están desprovistas de elementos informativos (título del gráfico y leyendas), el segundo, además carece de etiquetas en los ejes. Ambos videos enuncian que el objetivo final de la práctica es la construcción de un gráfico cartesiano a partir de los datos resultantes de la experiencia, lo que verificaría el cumplimiento de estas dos leyes de los gases. Además observamos la ausencia de diagramas en ambos LR, y únicamente el LR2 tiene un mapa que muestra la relación espacial de las partículas de un gas según diferentes parámetros.

Tabla 1. Tipos de RV presentes en las secciones de los LR

Tipo de RV {Diagramas (D), Ilustraciones (I), Mapas (M), Graficos (G)}	LR1				LR2				
	D	I	M	G	D	I	M	G	
Introducción	0	3	0	1	Introducción	0	3	1	1
Configuración	0	2	0	0	Configuración	0	1	0	0
Observación	0	1	0	0	Observación	0	1	0	0

Las siguientes secciones presentan particularidades. En la configuración, del LR1, se puede elegir entre una jeringa de 20 mL y una de 60 mL. En cambio, en el LR2, solo es posible seleccionar una única opción de cantidad de moles de etanol a utilizar (0,014 moles). En ambos casos, las opciones están representadas con una ilustración. En la sección observación, del LR1, se muestra una ilustración con el equipamiento ya montado. Se visualiza al mismo tiempo la jeringa y su volumen, el sensor de presión y la interfaz donde se puede leer la presión en KPa. En la parte inferior encontramos un botón que indica “decrementar en 2 mL” (jeringa de 20 mL) o “decrementar en 5 mL” para la de 60 mL. En cambio en la sección observación, del LR2, además de mostrar el equipamiento ya montado, se visualiza, en una sola RV el recipiente que contiene la cantidad de moles de etanol, el sensor de presión y la interfaz donde se puede leer la presión en KPa y la temperatura en grados Celsius.

Sobre los tipos de RV encontramos una mayor presencia de ilustraciones que buscan algún grado de reproducibilidad con la experiencia a realizar. En menor medida aparecen los gráficos y los mapas mostrando relaciones entre las variables a estudiar y se observa una ausencia de diagramas. Sobre los gráficos podemos advertir que carecen de elementos informativos lo que dificulta su interpretación por parte de los estudiantes en el reconocimiento de los parámetros experimentales y su posterior construcción como objetivo de aprendizaje. Sobre los diagramas proponemos pensar en su inclusión como un elemento que podría ampliar la comprensión de relaciones conceptuales entre la presión, el volumen y la temperatura.

En cuanto a los niveles de procesamiento de información gráfica de las RV encontramos similitudes (Tabla 2). En la sección introducción, hallamos un total de 5 RV por cada LR, predominando el nivel explícito. Esta particularidad condice con el objetivo de dicha sección, ya que el propósito está puesto en que el estudiante reconozca todos los elementos que forman la experiencia. En la sección configuración la RV presente se relaciona con el nivel explícito, el estudiante debe identificar los elementos que componen la RV para posteriormente elegir con cual realizará dicha práctica. Por último, en la sección observación encontramos el nivel conceptual ya

que el registro sensorial permite transformar las RV externas de los fenómenos (explícitas) al ponerlas en tensión las RV internas preexistentes (implícitas) con el fin de interiorizarlas. La intención final es que los estudiantes procesen a todos los niveles gráficos (explícito, implícito y conceptual) con el fin de construir significados. Consideramos que el nivel de procesamiento de información según cada sección de la macroestructura es acorde a la finalidad que cada una de ellas persigue. Advertimos que es importante que el estudiante realice el recorrido propuesto para favorecer los procesamientos de información a nivel conceptual de las RV.

Tabla 2. Nivel de información gráfica presentes en las secciones de los LR

Tipo de Procesamiento del RV {Explícito (E), implícito (I), conceptual (C)}	LR1			LR2		
	E	I	C	E	I	C
Introducción	2	2	1	3	1	1
Configuración	1	0	0	1	0	0
Observación	1	1	1	1	1	1

En cuanto a la semiosis, ambos LR tiene la intención que los estudiantes realicen distintas actividades tales como: la formación de nuevas representaciones (nuevos gráficos), el tratamiento de los mismos para definir ciertos parámetros en la sección configuración y la conversión de datos extraídos de la experiencia al registro cartesiano posterior al uso del LR. En este sentido podemos evidenciar una clara dirección hacia la formación de nuevas representaciones a partir de los datos empíricos cuando el estudiante debe realizar actividades cognitivas ligadas a la semiosis. Esta tarea implica que los estudiantes dominen las normas de organización del registro gráfico para facilitar su estructuración y que el profesorado deba anticipar y trabajar previamente sobre este registro. Finalmente, en cuanto a los tipos de LR ambos son diferidos. Es decir, el acceso y la manipulación se realiza a partir de un conjunto de experiencias previamente grabadas en un laboratorio de la UNED.

4. Conclusiones

Esta pesquisa posibilita estudiar aspectos cognitivos y semióticos relacionados con el diseño y la interfaz de los LR. Los resultados destacan la importancia de considerar la variedad de tipos de RV y que los procesamientos sean presentados en niveles crecientes de complejidad en las prácticas de experimentación remota. En suma, las RV deben ser estudiadas como componentes esenciales del entorno de enseñanza e influyentes en los procesos de aprendizaje de los estudiantes, especialmente al desarrollar AE. Este análisis representacional puede ser un insumo para alertar sobre aquellas particularidades semánticas y cognitivas de la RV. Propiciando, de esta manera, la revisión tanto de aquellas RV existentes o la incorporación de nuevas RV teniendo en cuenta la identificación de la naturaleza y los enfoques para la enseñanza con representaciones (tipos, cantidad de información y actividades cognitivas).

Finalmente, este estudio contribuye significativamente al enriquecimiento y la profundización del análisis representacional de las RV y aporta metodológicamente con una pauta de vigilancia de RV que podría ser utilizada para realizar una vigilancia presencial de otros LR.

5. Referencias

- [1] Pardo Kuklinski, H. y Cobo, C. (2020) Expandir la universidad más allá de la enseñanza remota de emergencia. Ideas hacia un modelo híbrido post-pandemia. *Outliers School*. Barcelona. Pp. 74
- [2] Area, M. y Adell, J. (2021). Tecnologías digitales y cambio educativo. Una aproximación crítica. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 19(4), 83-96.
- [3] Idoyaga, I. (2022). El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Divulgación de Metodologías emergentes en el desarrollo de las STEM*, 4(1), 20-49.
- [4] Arguedas-Matarrita, C. et al. (2023). Promotion of Remote Experimentation in Three Latin American Countries. In: Auer, M.E., El-Seoud, S.A., Karam, O.H. (eds) *Artificial Intelligence and Online Engineering. REV 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 524. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17091-1_14
- [5] Arguedas-Matarrita, C. et al. (2017). La idoneidad didáctica de los laboratorios remotos como recursos para la enseñanza y aprendizaje de la física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 29, 511-517.
- [6] Franco Moreno, R., Velasco Vásquez, M. A., y Riveros Toro, C. (2017). Los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: tendencias en revistas especializadas (2012-2016). *Tecné, Episteme y Didaxis*, (41), 37-56.
- [7] Idoyaga, I. y Lorenzo, M. G., (2019). Las representaciones gráficas en la enseñanza y el aprendizaje de la física en la universidad. UBA, Argentina.
- [8] Lorenzo, M. G.(2022). Formación de docentes universitarios en escenarios digitales. *Nuevas Perspectivas*, I (1)Pp. 1-17.
- [9] Lemke, J. (2002). Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones. En: *La Educación en Ciencias: ideas para mejorar su práctica*. Barcelona: Ed. Paidós
- [10] Carabelli, P., Farré, A. S. y Raviolo, A. (2019). ¿Qué estrategias didácticas se han publicado en español y portugués para enseñar tabla periódica? III Encuentro de Investigadores en Enseñanza de las Ciencias (III EIEC).
- [11] Cabrera Castillo, H. G., (2015). Los modos de representación de modelos en el curso Educación en Química con profesores en formación inicial en Ciencias Naturales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 565-580.
- [12] Pozo, J. I., (2017). Aprender más allá del cuerpo: de las representaciones encarnadas a la explicitación mediada por representaciones externas. *Infancia*

- y Aprendizaje: *Journal for the Study of Education and Development*, 40(2), 219-276.
- [13] Lombardi, G., Caballero, C., y Moreira, M. A. (2009). El concepto de representación externa como base teórica para generar estrategias que promuevan la lectura significativa del lenguaje científico. *Revista de Investigación*, 33(66), 147-186.
- [14] Postigo, Y., y Pozo, J. I., (2004). La representación mental de los mapas geográficos: niveles de procesamiento. *Cognitiva*, 16(1), 13-41.
- [15] Perales, F.J. y Jiménez, J.D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Investigación didáctica. Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 369-386.
- [16] García, J. J., (2005). El uso y el volumen de información en las representaciones gráficas cartesianas presentadas en los libros de texto de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(2), 181-199.
- [17] Pozo, J. I., y Flores, F. (Coords.) (2007). Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia. Madrid, España: Antonio Machado.
- [18] Duval, R. (2017). *Understanding the mathematical way of thinking-The registers of semiotic representations*. Switzerland: Springer International Publishing.
- [19] García-Ros, G., y Alhama, I. (2023). Online laboratory practices and assessment using training and learning activities as teaching methodologies adapted to remote learning. student satisfaction and improved academic performance. *Heliyon*, 9(9), e19742.
- [20] Artola, E.C., Mayoral, L.E. y Benarroch, A. (2016). Dificultades de aprendizaje de las representaciones gráficas cartesianas asociadas a biología de poblaciones en estudiantes de educación secundaria. Un estudio semiótico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 36-52.
- [21] Caetano, T. C. (2019). Laboratorio Remoto de Física. *Sisyphus: Journal of Education*, 7(2), 92-118.
- [22] Narasimhamurthy K. C., Orduna P., Rodríguez-Gil L., G. C. B., Susheen Srivatsa C.N., Mulamuttal K. (2020). Analog Electronic Experiments in Ultra-Concurrent Laboratory. In: Auer M., May D. (eds) *Cross Reality and Data Science in Engineering. REV 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1231. Springer, Cham.
- [23] Idoyaga, I. y Arguedas-Matarrita, C. (2021). Análisis representacional de cuatro laboratorios remotos para la enseñanza de la física . *Revista De Enseñanza De La Física*, 33(2), 285-292.
- [24] Wutchana, U., Emarat, N., y Bunrangsri, K., (2019). Paper pop-ups demonstrating 3D vectors in Cartesian coordinates. *Physics Education*, 54(5).
- [25] Donolo, D.S (2009). Triangulación: Procedimiento incorporado a nuevas metodologías de investigación. *Revista Digital Universitaria*, 10 (8).

Una propuesta de accesibilidad desde las TIC en las asesorías para estudiantes y docentes del Instituto Tecnológico de Aguascalientes, México

Paula Castillo Rosales¹, Ma. Teresa Gómez García ¹, Carlos Roque Torres¹,
Eduardo Isaac Mendoza Del Muro¹, Lizette Natalya Padilla Soria¹

¹Departamento Sistemas y Computación. Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México).
pcastillo@aguascalientes.tecnm.mx, C17150769@aguascalientes.tecnm.mx,

C16150618@aguascalientes.tecnm.mx

²Departamento de Ciencias Básicas. Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México).
ma.teresa.gg@aguascalientes.tecnm.mx

³Departamento Económico Administrativo. Instituto Tecnológico de Aguascalientes (México). 22150125@aguascalientes.tecnm.mx

Resumen. Las asesorías son una estrategia educativa fundamental en el apoyo de los estudiantes, que corren riesgo de reprobación o deserción en los diferentes niveles educativos, sobre todo con los estudiantes universitarios que pronto serán profesionales. Esto puede llegar a ser un desafío por parte de los docentes y estudiantes que cuenten con algún tipo de capacidad diferente, quienes en ocasiones tienen que recorrer distancias en las cuales no se cuentan con rampas especiales, barandales o alguna otra situación que dificulte su recorrido al momento del traslado para agendar alguna asesoría. Este artículo presenta una investigación con respecto a la accesibilidad, en como el docente y estudiante se comunican para acordar una cita de asesoría mediante una página web responsiva siendo una propuesta de desarrollo enfocada a apoyar a estudiantes y docentes universitarios con diferentes capacidades.

Palabras clave: Asesorías, accesibilidad, TIC, apoyo, capacidades diferentes, página web responsiva, OpenAI.

1. Introducción

Durante siglos, la universidad fue un espacio casi exclusivo de las elites sociales, pues en un principio fue diseñada para unos cuantos. Durante cientos de años, las poblaciones universitarias fueron relativamente homogéneas: varones, solteros, heterosexuales, blancos, de altos ingresos y elevadas disposiciones culturales, no había espacio para los indígenas, los pobres ni las mujeres; se excluyó a los homosexuales, a los negros, y por supuesto a las personas con capacidades diferentes. La universidad fue asimismo un espacio de reproducción de las desigualdades, los prejuicios y las discriminaciones. Se ha dado una profunda recomposición de las poblaciones estudiantiles, que permitió apreciar entre otros los siguientes cambios: la evidente feminización, la composición multicultural, la enorme diversidad de orígenes sociales,

la inclusión de indígenas y de afrodescendientes, la integración de estudiantes que trabajan, una profunda tolerancia ante la diversidad sexual, y por supuesto, la integración cada vez mayor de estudiantes con discapacidad [1].

2. Las TIC como apoyo al aprendizaje

Cuando nos referimos a las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) podemos decir que es todo aquel conjunto de herramientas tecnológicas que permiten procesar y almacenar información en formato multimedia como audio, imagen o video. Las TIC son el punto central de la actual era digital ya que han revolucionado la dinámica cultural y económica, pero sobre todo la social y educativa.

Una de las ventajas que podría ofrecer el uso correcto de las herramientas informáticas en el aula, es la motivación constante de los estudiantes por el manejo de la tecnología para el proceso de enseñanza, además de proporcionar alfabetización tecnológica, mayor facilidad de comprensión de los contenidos, mayor estímulo al trabajo en equipo y cabe resaltar la gran importancia de mayor seguridad en sí mismo para el trabajo individual [2].

3. Importancia de las asesorías en los institutos de educación superior

El término asesoría se deriva del verbo latino *assidére*, significa “estar sentado al lado” y se ha empleado en múltiples direcciones del conocimiento, en las diferentes épocas. En la actualidad ha tomado un significado particular y forma parte del vocablo empleado por el sistema educativo, y es utilizado como forma de preparación.

En este sentido, es de suma importancia tomar en cuenta y llevar a cabo asesorías en cualquier institución educativa, potenciando la enseñanza y la curiosidad a los estudiantes. Es pertinente mencionar que las asesorías en cualquier ámbito educativo son un apoyo al aprendizaje de estudiantes que tengan o no alguna capacidad diferente. El propósito es mejorar la actitud que tienen las personas para cumplir con sus objetivos, pues de esa manera se puede conseguir el éxito académico y personal [3].

4. Propuesta de herramienta como apoyo a la creación de citas de asesoría

AsesorITA es una herramienta web que le permite al estudiante crear citas con docentes a su elección del mismo instituto. En ella se puede decidir la hora, tema, duda y otros datos. Los docentes asesores pueden visualizar sus citas, datos de la materia, la duda del estudiante, así como también si cuenta con alguna capacidad diferente, para concertar de manera apropiada el lugar de la cita presencial o en línea.



Fig. 1. Calendario.



Fig. 2. Citas del docente.

La herramienta web está pensada en base a dos puntos de vista, los docentes y los estudiantes. Para de esta manera ejemplificar los escenarios que se pueden presentar en estas dos perspectivas.

Se busca minimizar cualquier tipo de problemática que se surja a raíz de la capacidad diferente del estudiante o del docente asesor, supongamos que un estudiante desea solicitar una asesoría con su docente y no tiene forma de comunicarse con él o no se encuentra en su cubículo, pero debido al uso de silla de ruedas, la acción de transportarse de un sitio a otro puede llegar a ser agotador y provocar que en el proceso desista de buscarlo.



Fig. 3. Pantalla de presentación.

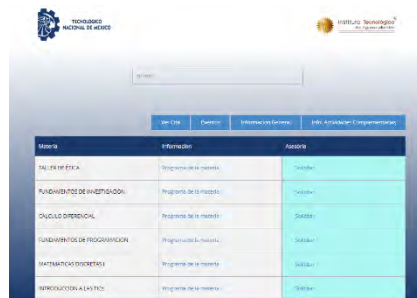


Fig. 4. Materias del estudiante.

Con este prototipo como idea, se quiere informar mejor a los docentes y facilitar el trabajo que conlleva las asesorías. Si el docente está más consciente del estado de sus estudiantes, este se preparará para poder resolver las dudas, lo que conlleva a una mejor comunicación para realizar la cita y atención en el momento de la asesoría.



Fig. 5. Docentes disponibles.

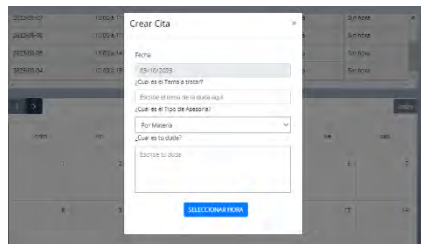


Fig. 6. Detalles de la asesoría.

Cabe mencionar que la herramienta web AsesorITA plantea implementar OpenAI para manejo de dudas simples de los estudiantes y de esta manera disminuir la carga de trabajo que ya tienen los docentes.

5. Conclusiones

AsesorITA es un prototipo, que se encuentra en desarrollo y puede sufrir cambios para de esta manera mejorar la experiencia a los usuarios. El objetivo de esta herramienta web es ofrecer accesibilidad al proceso de asesorías desde un enfoque inclusivo en la educación.

México siempre ha contado con una extensa gama de colores formativos, la inclusión de las TIC en cualquier nivel educativo es indispensable en estos tiempos, así como herramienta en el logro de la educación inclusiva. La aplicación de las TIC de forma responsable como el ejemplo anteriormente mencionado, hace denotar un amplio grado de mejoras que se pueden implementar en dicho ámbito.

6. Referencias

- [1] Vadillo, R. C., & Alvarado, M. Á. C. (2017). Las instituciones de educación superior y los estudiantes con discapacidad en México. *Revista de la Educación Superior*. <https://doi.org/10.1016/j.resu.2016.11.002>.
- [2] Carvajal, J. L, Suarez, F, Quiñonez, X (2018). Las TIC en la educación universitaria. Ecuador: UCEE. <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/28/31>.
- [3] Ortega, F. (2012). *Los desertores del futuro* (vol. 5). Centro de Estudios Avanzados: Universidad Nacional de Córdoba.

Adquisición de competencias Genéricas, mediante el uso de técnicas de gamificación

José A. Medina Merodio¹, Salvador Otón Tortosa¹, Rosa Estriégana Valdehita¹

¹ Departamento de Ciencias de la Computación
Escuela Politécnica Superior
Universidad de Alcalá
28871 Alcalá de Henares (Madrid)

josea.medina@uah.es; salvador.oton@uah.es; rosa.estriegana@uah.es

Abstract. Un aprendizaje basado en la adquisición de competencias tiene como objetivo no solo que los estudiantes alcancen el conocimiento en contenidos, sino que, además, propone crear procesos educativos de calidad, en los que, el aprendizaje significativo, converja en la adquisición de las competencias demandadas por la sociedad actual, como, por ejemplo, habilidades de comunicación, organización, trabajo en equipo, pensamiento crítico, resolución de problemas o la creatividad. Aunque la evaluación de las competencias es un factor clave en la educación superior, como se refleja en los currículos y guías docentes, la investigación que examina la adquisición o el desarrollo de competencias esenciales sigue siendo mínima. No hay directrices claras sobre cómo adquirir o cómo medir estas competencias, en consecuencia, muchos docentes continúan enseñando y evaluando de la misma manera que siempre lo han hecho.

Dado que la educación basada en competencias es sin duda un pilar central para la educación superior, este trabajo trata de dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación. ¿Cómo las herramientas formativas gamificadoras favorecen la adquisición de competencias generales en entornos de aprendizaje colaborativos?

Keywords: Gamificación, factores, aprendizaje, colaborativo.

1 Introducción

En un contexto como el actual, donde el objetivo del proceso de Bolonia es garantizar la compatibilidad en las normas y en la calidad de la enseñanza dentro del espacio europeo de educación superior (EEES), se hace necesario desarrollar un entendimiento común sobre las titulaciones, las cualificaciones, los resultados de aprendizaje y la adquisición de competencias en la educación superior.

En esta búsqueda de un nuevo marco compatible, se instó a las instituciones europeas de educación superior a que redefinieran sus programas de grados sobre los logros en competencias que preparan mejor a los graduados para su futuro papel en la sociedad.

Así, la Comisión Europea lanzó en 2000 el proyecto Tuning cuyo propósito es rediseñar los programas de estudio para cada uno de los ciclos de Bolonia y desarrollar

puntos de referencia para el diseño y la evaluación curricular. Estos puntos de referencia se basan en los resultados de aprendizaje expresados en términos de competencias. El proyecto Tuning distingue entre competencias en áreas temáticas específicas, relacionadas con un campo específico de estudio; y competencias genéricas, comunes a cualquier asignatura de grado.

Las competencias genéricas o transversales han sido objeto de numerosos estudios dirigidos a su clasificación. Orth [1] propuso clasificar las competencias en cuatro dimensiones: competencia social (compuesta por competencia de comunicación y cooperativa), competencia personal, competencia sistemática y competencias de aplicación general. Una categorización similar se puede encontrar en Braun and Leidner [2], cuyos autores consideran la competencia sistemática (por ejemplo, habilidades de resolución de problemas), competencia personal (por ejemplo, motivación) y la competencia social (por ejemplo, habilidades de cooperación). Todas estas competencias son transversales, lo que significa que pueden mejorarse o desarrollarse en una amplia variedad de situaciones o contextos de aprendizaje diferentes.

Las Universidades españolas han definido e incluido en sus guías docentes que competencias deben alcanzar los estudiantes en los grados y postgrados. Sin embargo, hay poca literatura que se refiera a cómo adquirir y evaluar estas competencias, o a qué estrategias de aprendizaje y qué herramientas formativas propician su desarrollo.

Por otra parte, también el uso de las herramientas formativas favorece el autoestudio, la flexibilidad, la capacidad de organización, la gestión del tiempo, la capacidad de análisis y síntesis, la autonomía, así como a las habilidades para el manejo de la información [3,4].

Para poder dar respuesta a estas cuestiones, se ha desarrollado este trabajo con el fin de analizar la adquisición de competencias en dos asignaturas del grado de Ingeniería Informática que utilizan entornos de aprendizaje colaborativo por proyectos y por retos, a las cuales se incorporarán herramientas formativas como la gamificación y m-learning, así como observar el comportamiento de los alumnos dentro de los entornos de aprendizaje colaborativo.

1.1 Gamificación

Se define gamificación como el uso de elementos de juego en contextos no lúdicos para promover la participación y motivar la acción [5,6]. Las actividades se enmarcan como un juego a través de elementos propios de los juegos, como puntos, insignias, y tablas de clasificación, tiene tanto poder psicológico como la mecánica de juego completo [7].

Diversos estudios indican que la gamificación aumenta el rendimiento de los usuarios para realizar tareas repetitivas simples [8] pero los hallazgos de sus efectos motivacionales son contradictorios [9,10]. La efectividad también está en cuestión, señalando la necesidad de alinear gamificación con el objetivo de la actividad y de atender las necesidades psicológicas de los usuarios en tiempo de diseño [11].

Los educadores están tratando de aprovechar el potencial de gamificación para diseñar experiencias de aprendizaje motivadoras. No es de sorprender que la educación sea el contexto más común en el que se implemente y reporte la gamificación [12-14]. La gamificación se puede utilizar en el aprendizaje tradicional, así como en el aprendizaje

en línea, el aprendizaje activo, el aprendizaje colaborativo y especialmente en grandes cursos en línea, como MOOCs (cursos masivos abiertos y en línea), en los que la participación de los instructores es limitada y la retroalimentación depende de las contribuciones de los estudiantes.

2 Desarrollo

El aprendizaje colaborativo ha emergido como una de las metodologías de aprendizaje más utilizadas en los cursos de ingeniería.

En lo referente al campo de ingeniería informática, se han realizado diversos estudios, por ejemplo, el caso donde se utilizó Lego Mindstorm como una herramienta de aprendizaje colaborativo [15]. Asimismo, se han realizado investigaciones aplicadas al desarrollo del proceso de diseño de ingeniería práctico y abierto con el fin de mejorar las habilidades académicas e interpersonales superiores [16]. Adicionalmente, se han llevado a cabo estudios que aborda la satisfacción de los estudiantes respecto al aprendizaje colaborativo en el contexto de la Arquitectura de Computadores, centrado en el estudio de diseño [17], y el ensamblaje de computadores [18].

Otros trabajos han desarrollado experiencias centradas en el desarrollo de cursos en el aula, en la que diferentes técnicas como la gamificación [19], el trabajo en equipo [20] y los objetivos individuales [21], (entre otros) han sido aplicados con el propósito de aumentar la motivación de los estudiantes que participaron [22].

2.1 Elección de la Asignatura

Para llevar a cabo este trabajo se han escogido dos entornos donde realizar la implementación de las herramientas gamificadoras:

El primer entorno se desarrolló en la asignatura de Estructura de Datos (EdD) del grado de Ingeniería Informática, donde se imparte mediante el aprendizaje basado en retos. Esta asignatura se imparte en el primer cuatrimestre, segundo curso.

Para llevar a cabo este trabajo fue necesario adaptar la asignatura al uso de las herramientas de gamificación, desarrollando pequeños ejercicios y tareas en distintas herramientas de gamificación seleccionadas.

El segundo entorno se desarrolló en la asignatura de Programación (PR) del grado de Ingeniería Informática y del grado de Ingeniería de Sistemas de Información, que se imparte a lo largo del segundo cuatrimestre del primer curso. En ella se realiza un aprendizaje colaborativo basado en proyectos. En este caso, ha sido necesario adaptar la asignatura para utilizar herramientas de gamificación, para ello se han elaborado pequeños ejercicios y tareas en las distintas herramientas de gamificación seleccionadas.

Para el desarrollo de este trabajo nos centraremos en analizar las competencias genéricas o transversales definidas en las guías docentes de los grados de Ingeniería Informática, Ingeniería de Sistemas de Información e Ingeniería de Computadores, estas competencias genéricas son; TRU1 Capacidad de análisis y síntesis. TRU2 Comunicación oral y escrita. TRU3 Capacidad de gestión de la información. TRU4 Aprendizaje autónomo. TRU5 Trabajo en equipo.

2.2 Fases de Desarrollo

El objetivo de este trabajo consiste en estudiar la adquisición de competencias genéricas, mediante el uso de técnicas de gamificación en las asignaturas de Programación y de Estructura de Datos del grado de Ingeniería Informática.

Para ello, se han seguido los siguientes pasos:

1. Estudio del estado del arte de la aceptación tecnológica de las distintas herramientas formativas gamificadas, así como el análisis de los diferentes estudios empíricos de la influencia de las herramientas formativas gamificadas en la adquisición de competencias, y en el aprendizaje basado en proyectos y retos.
2. La implementación y desarrollo se realizó sobre la plataforma Blackboard que funciona como repositorio y gestor de las actividades, además permite a los alumnos usarla como herramienta de discusión y propuesta de soluciones a los problemas que se les plantean en la asignatura.
Como herramientas formativas gamificadas, se usará para la parte de teoría Quizlet, para la parte del laboratorio se usa Quizziz, en este último se configurará el proceso Insignias o Medallas permitiendo gamificar el proceso de aprendizaje, como herramienta m-learning se usará Quizlet y Quizziz y como sistema de comunicación de clases se ha usado Teams.
3. Desarrollo, revisión y adaptación del material existente en las asignaturas de Programación y de Estructura de Datos. Para ello, se desarrollaron y adaptaron los ejercicios para el uso de la herramienta de Quizlet y Quizziz. Asimismo, se revisará el material utilizado en la asignación de insignias y medallas en el proceso de aprendizaje del alumno
4. Desarrollo de un cuestionario de satisfacción con las herramientas formativas en las asignaturas, así como analizar el grado de percepción que los alumnos tienen en la adquisición de las competencias
5. Por último, se realizará un análisis de los resultados obtenidos y ajuste del modelo en forma de cambios y propuesta de mejoras para la adquisición de competencias genéricas.

3 Resultados

Los desarrollos con herramientas formativas gamificadas se realizaron durante las sesiones presenciales con un carácter voluntario, para las clases de teoría se utilizó Quizlet en modalidad Flashcard y para las clases de laboratorio se utilizó Quizziz en la opción de cuestionarios “Examen”, permitiendo 5 respuestas para cada cuestión planteada.

Además, con el fin de que los alumnos aprovecharan estas herramientas para repasar los conceptos de cara a las pruebas, se publicaron los enlaces en el espacio de cada asignatura del aula virtual.

Los grupos estaban formados por cuatro alumnos, con los que habitualmente no habían trabajado de forma conjunta a lo largo del grado, ni habían compartido grupo de laboratorio e incluso no mantenían relación alguna. Las pruebas desarrolladas en Quizlet se centraban en desarrollar y asentar conceptos teóricos vistos en clase, mediante la creación de tarjetas que, a partir de un concepto, proporcionaban la definición.

Todas las pruebas fueron desarrolladas para que los alumnos pudieran acceder desde PC y desde dispositivos móviles (m-learning).

Los resultados indicaron una gran diferencia entre las asignaturas escogidas, en el caso de los estudiantes de Programación (primer curso), su implicación fue alta, la mayoría de los alumnos habían trabajado la gamificación en sus estudios anteriores de Bachillerato, por lo que tenían una predisposición a su utilización. Por el contrario, los alumnos de la asignatura de Estructuras de Datos (segundo curso), aunque trabajaron las pruebas en las sesiones presenciales, no presentaron la misma predisposición a utilizar las herramientas formativas gamificadas de forma individual en casa, para repasar la materia.

Además, los alumnos indicaron que la gamificación favoreció y motivó su proceso de aprendizaje, independientemente del método de aprendizaje seguido. Aunque indicaron que tanto la dificultad de la materia como la dificultad de las pruebas elaboradas en Quizlet fueron determinantes en la utilización de las herramientas formativas gamificadas dentro y fuera de clase.

Por otro lado, tras la revisión de la literatura se observó que los factores principales que podían influir en el uso de la gamificación como herramienta formativa en entornos colaborativos fueron, percepción de uso, facilidad de uso, actitud, motivación, disfrute, comunicación y relación.

3.1 Evaluación de la satisfacción con la metodología seguida en la asignatura

Para valorar la satisfacción de los alumnos con las herramientas formativas desarrolladas se ha propuesto un cuestionario.

El cuestionario estaba compuesto por dos bloques de preguntas que evaluaba el grado de satisfacción global con las herramientas formativas de gamificación y un segundo bloque de cuestiones que evaluaban la satisfacción en la adquisición de competencias genéricas o transversales.

El procedimiento estadístico utilizado para el análisis de los datos del cuestionario ha sido la técnica del análisis univariante. Como se puede ver en la tabla 1, los alumnos de Estructura de Datos (EdS) consideran que el uso del aprendizaje colaborativo y las herramientas de gamificación les ayudan a comunicarse mejor con los compañeros para el 87,5 % de los alumnos.

Tabla 1. Evaluación de la Satisfacción Global y la adquisición de competencias

Competencia	Estructura de Datos	Programación
Comunicación	87,5 %	69,7 %
Relación	87,5 %	69,8 %
Adquisición de conocimiento	75 %	84 %
Trabajo en Equipo	100 %	87 %
Trabajo Autónomo	75 %	75 %
Capacidad de Análisis y Síntesis	85 %	76,5 %
Satisfacción Global	87 %	76,8

Para el 87,5% de los alumnos consideran que el uso del aprendizaje colaborativo y las herramientas de gamificación les ayudan a relacionarse mejor con sus compañeros.

Para el 25 % de los alumnos consideran que es muy beneficioso el uso del aprendizaje colaborativo y las herramientas de gamificación, ya que les ayudan a adquirir más conocimientos de la materia, por el contrario solo para el 62,5 % es beneficioso.

Por otro lado, para el 25% de los alumnos consideran que el uso del aprendizaje colaborativo y las herramientas de gamificación son muy beneficiosos para trabajar en equipo y beneficioso para el 75%.

Para el 25 % de los alumnos es muy beneficioso el uso del aprendizaje colaborativo y las herramientas de gamificación, ya que les ayuda a completar su trabajo de forma autónoma y beneficioso para el 50% de ellos.

El uso del aprendizaje colaborativo y las herramientas de gamificación les ayuda a mejorar su capacidad de análisis y síntesis para el 87,5 % de los alumnos.

Respecto al grado de la satisfacción global con el aprendizaje colaborativo y las herramientas formativas de gamificación, es muy satisfactorio en el 87,5 %

Los resultados muestran que los alumnos de Programación (PR) consideran que el uso del aprendizaje colaborativo y las herramientas de gamificación les ayudan a comunicarme mejor con sus compañeros para el 69,7 %.

Para el 69,8 % de los alumnos consideran que el uso del aprendizaje colaborativo y las herramientas de gamificación les ayudan a relacionarme mejor con sus compañeros.

Para el 37.5 % de los alumnos consideran que es muy beneficioso el uso del aprendizaje colaborativo y las herramientas de gamificación, ya que les ayudan a adquirir más conocimientos en la materia, por el contrario solo para el 46,4 % es beneficioso.

Para el 40,4% de los alumnos consideran que el uso del aprendizaje colaborativo y las herramientas de gamificación es muy beneficioso para trabajar en equipo y para el 43,4 % es beneficioso.

El uso del aprendizaje colaborativo y las herramientas de gamificación les ayudan a completar su trabajo de forma autónoma de forma muy beneficiosa para el 36,2 % de los alumnos y solo un 36,2 % lo consideran beneficioso.

El uso del aprendizaje colaborativo y las herramientas de gamificación les ayuda a mejorar su capacidad de análisis y síntesis para el 76,8 % de los alumnos.

Respecto al grado de la satisfacción global con el aprendizaje colaborativo y las herramientas formativas de gamificación es muy satisfactorio en el 76,8 %

4 Discusión y Conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos, consideramos que la metodología propuesta facilita la formación, motivación y el aprendizaje de los estudiantes, favoreciendo factores como la comunicación y la relación entre los estudiantes.

El grado de motivación de los alumnos ha sido muy alto, ya que estas herramientas han podido ser utilizadas tanto en las sesiones presenciales como en los trabajos autónomos realizados por los alumnos en casa para estudiar las materias. Además, los resultados muestran que el aprendizaje colaborativo y las herramientas formativas de gamificación les permite alcanzar competencias genéricas como análisis y síntesis, comunicación, conocimiento, aprendizaje autónomo y trabajo en equipo.

Desde el punto de vista de los profesores, consideran que son herramientas imprescindibles para fomentar la participación en las clases presenciales, además permiten a los estudiantes repasar los conceptos claves de la asignatura tanto en las sesiones presenciales colaborativas como en los trabajos desarrollados de forma individual en clase.

Desde el punto de vista de los alumnos, indicaron que el uso de herramientas formativas gamificadas fueron de gran utilidad para ellos y les facilitó reforzar conceptos.

Por los motivos expuestos anteriormente podemos concluir que las herramientas formativas gamificadoras actúa como un elemento activador junto con el aprendizaje colaborativo, favoreciendo la adquisición de las competencias genéricas.

Aunque este trabajo ha alcanzado los objetivos que se fijaron, es necesario destacar algunas limitaciones que hemos observado, no existe una metodología clara a la hora de llevar a cabo la integración de las herramientas formativas gamificadoras dejando en manos de la pericia de los profesores su utilización, tampoco existe una recomendación de cómo llevar a cabo su uso para alcanzar las competencias genéricas.

Este trabajo se ha centrado en el estudio exploratorio que ha permitido identificar y detectar los problemas asociados en la aplicación de la gamificación y la adquisición de las competencias genéricas, a partir del cual, se proponen las siguientes líneas de trabajo, la primera se centrará en el análisis y las interrelaciones de los factores implicados en la aceptación de las herramientas formativas gamificadas y su influencia en el aprendizaje colaborativo basado en proyectos y/o retos, así como su influencia en la adquisición de competencias genéricas, por último, se analizará cómo influye el sesgo de género en el uso de las herramientas formativas gamificadas.

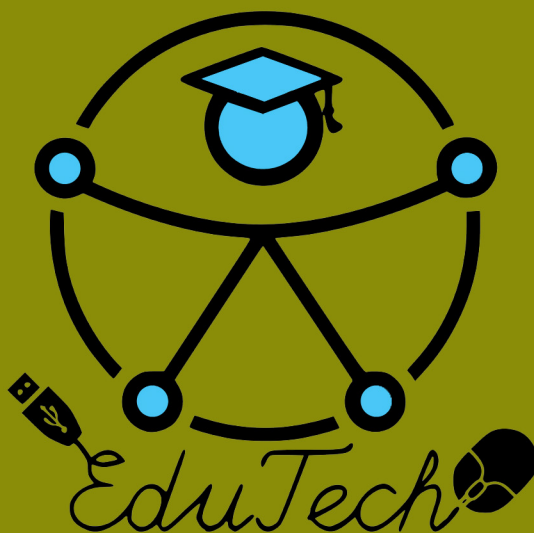
Agradecimiento

Esta investigación fue apoyada por la Comunidad de Madrid a través del Convenio Plurianual con la Universidad de Alcalá en su línea de estímulo a la investigación de jóvenes doctores, en el marco del V PRICIT (V Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica), con el número de referencia CM/JIN/2021-026.

Referencias

- [1] H. Orth, Schlüsselqualifikationen an deutschen hochschulen: Konzepte, standpunkte und perspektiven, UVW, Weblar, 1999
- [2] E. Braun, B Leidner, Academic Course Evaluation Theoretical and Empirical Distinctions between Self-Rated Gain in Competences and Satisfaction with Teaching Behavior, Eur. Psychol., 14, 297-306, 2009.
- [3] R.M. Estriégana, J.A. Medina, R. Barchino, Analysis of competence acquisition in a flipped classroom approach. Computer Applications in Engineering Education. 27, 1, 49-64, 2019a.
- [4] R.M. Estriégana, J.A. Medina, R. Barchino, Student acceptance of virtual laboratory and practical work: An extension of the technology acceptance model. Computer & Education-135, 1, 1-14, 2019b.
- [5] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, L. Nacke, From Game Design Elements To Gamefulness: Defining "Gamification". Proceedings Of The 15th International Academic Mindtrek Conference: Envisioning Future Media Environments. Tampere, Finland: Acm. 2011.

- [6] K. Werbach, D. Hunter, *For The Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*, Philadelphia, Wharton Digital Press, 2012.
- [7] A. Lieberoth, *Shallow Gamification: Testing Psychological Effects Of Framing An Activity As A Game*. *Games And Culture*, 2014.
- [8] E. Mekler, F. Brühlmann, K. Opwis, A. Tuch, *Disassembling gamification: The effects of points and meaning on user motivation and performance*. In *Proceedings of the 2013 annual conference on human factors in computing systems (chi ea '13)*. ACM, NY, USA, 2013.
- [9] M.D. Hanus, J. Fox, *Assessing The Effects Of Gamification In The Classroom: A Longitudinal Study On Intrinsic Motivation, Social Comparison, Satisfaction, Effort, And Academic Performance*. *Computers & Education*, 80, 152-161, 2015.
- [10] E.D. Mekler, F. Brühlmann, A.N. Tuch, K. Opwis, *Towards Understanding The Effects Of Individual Gamification Elements On Intrinsic Motivation And Performance*. *Computers In Human Behavior*, 71, 525-534, 2017.
- [11] R. Van Roy, B. Zaman, *Why Gamification Fails In Education And How To Make It Successful: Introducing Nine Gamification Heuristics Based On Self-Determination Theory*. In: Ma, M. & Oikonomou, A. (Eds.) *Serious Games and Edutainment Applic.*, Vol. II. Chan, Switzerland: Springer, 2017.
- [12] J. Hamari, J. Koivisto, H. Sarsa, *Does Gamification Work? – A Literature Review Of Empirical Studies On Gamification*. *47th Hawaii International Conference On System Sciences*. Hawaii, USA, 2014.
- [13] K. Seaborn, D.I. Fels, *Gamification In Theory And Action: A Survey*. *International Journal Of Human-Computer Studies*, 74, 14-31, 2015.
- [14] J. Martí-Parreño, E. Méndez-Ibáñez, A. Alonso-Arroyo, *The Use Of Gamification In Education: A Bibliometric And Text Mining Analysis*. *Journal Of Computer Assisted Learning*, 32,663-676, 2016.
- [15] C. B. Nielsen, P. Adams. *Active Learning via LEGO MINDSTORM in Systems Engineering Education*, 2015 IEEE International Symposium on Systems Engineering (ISSE), September 28-30, pp. 489-495. 2015
- [16] O. Arbelaitz, J. I. Martin, J. Muguerza. *Analysis of Introducing Active Learning Methodologies in a Basic Computer Architecture Course,* IEEE Transactions on Education, 58 (2), pp. 110-116. 2015.
- [17] M. Yilmaz, S. Ozcelik, N. Yilmazer, R. Nekovei. 2014. *Forestry Robot Design*, 2014 American Society of Engineering Education Annual Conference and Exposition (ASEE-2014), June 15-18, Indianapolis, IN, USA.
- [18] M. Yilmaz. 2016. *A Computer Design and Assembly Active Learning Project*. *Int'l Conf. Frontiers in Education: CS and CE | FECS'16 |*
- [19] A. Domínguez, J. Saenz-de-Navarrete, L. de-Marcos, L. Fernández-Sanz, C. Pagés, J. J. Martínez-Herráiz, *Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes* *Computers & Education*. 63. pp. 380-392, 2013
- [20] R. Lingard, S. Barkataki. *Teaching teamwork in engineering and computer science*, *Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2011, vol., no., pp.F1C-1,F1C-5, 12-15 Oct. 2011
- [21] M. K. Alderman. *Motivation for Achievement. Possibilities for Teaching and Learning* Lawrence Erlbaum Associate, Mahwah, New Jersey London, 2004.
- [22] M. K. Alderman, *Goals and goal setting. Motivation for achievement: possibilities for teaching and learning*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1999.



Cofinanciado por el
programa Erasmus+
de la Unión Europea



Universidad
de Alcalá

EDITORIAL
UNIVERSIDAD DE ALCALÁ