

REVISTA CIENTÍFICA **CONECTIVIDAD**

REVISTA DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN DEL INSTITUTO UNIVERSITARIO RUMIÑAHUI
SANGOLQUÍ - ECUADOR

ISSN 2806-5875 / Publicación: 22-02-2024

Vol. 5 - No. 2
2024
febrero





REVISTA CIENTÍFICA
CONECTIVIDAD



REVISTA CONECTIVIDAD

Conectividad, Volumen 5, Número 2, edición especial

Revista Científica de Ciencias Sociales y Ciencias de la Ingeniería del Departamento de Investigación del Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui.

Comité Editorial

Director

PhD. Marcelo Zambrano, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador

Editor Jefe

MSc. César Minaya Andino, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador

Gestión Operativa

Lcda. Karla Ayala, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador

Mg. María José Rivera, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador

Diseño de portada y contraportada

Ing. Rommel Chillagana, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador

Diagramación y Maquetación

Tnlgo. Saúl Fonseca, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador

Comité Científico Interno

PhD. Marcelo Zambrano, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador.

PhD. Raisa Bernal, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador.

PhD. Moisés Toapanta, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador.

PhD. Aníbal Altamirano, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador.

PhD. Wladimir Paredes, Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, Ecuador.

PhD. Juan Minango, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador.

MSc. César Minaya Andino, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador.

CONECTIVIDAD
REVISTA CIENTÍFICA

Volumen 5, Número 2

Edición especial

ISSN electrónico 2806-5875

revista@ister.edu.ec

La gestión de Conectividad se lleva a cabo mediante los siguientes criterios:

La revista utiliza el sistema antiplagio académico



Los artículos cuentan con código de identificación (Digital Object Identifier)



El proceso editorial se gestiona a través del Open Journal System



Es una publicación de acceso abierto (Open Access) con licencia Creative Commons



Las políticas copyright y de uso postprint, se encuentran publicadas en el Repositorio de

Políticas de Autoarchivo Sherpa/Romeo



Los artículos de la presente edición pueden consultarse en:
<https://revista.ister.edu.ec/ojs/index.php/ISTER/issue/view/11>

EDITORIAL

La revista Conectividad se enorgullece en presentar una edición especial que recopila las memorias más relevantes del Encuentro Internacional sobre Formación Técnica y Tecnológica ETECH 2023, un evento organizado por el Concejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CA-CES). Durante este evento, se abordaron los temas más actuales e innovadores en el campo de la educación técnica y tecnológica, destacándose la pertinencia de las competencias digitales, los avances en la formación dual, la adaptación a la Industria 4.0 y la promoción de modelos educativos que integran tecnología y pedagogía de manera eficiente. Este evento no solo fue un punto de encuentro para la presentación de investigaciones y estudios recientes, sino también un espacio propicio para el intercambio de experiencias, buenas prácticas y la generación de redes de colaboración que impactarán el futuro de la educación técnica y tecnológica. Las ponencias y mesas de discusión profundizaron en las tendencias globales y las respuestas locales ante los desafíos educativos, resaltando la importancia de adaptar los programas formativos a las demandas de los mercados laborales emergentes. Con esta edición especial, Conectividad busca dar visibilidad a los aportes más destacados del ETECH 2023 y contribuir al diálogo continuo sobre la mejora en la formación de profesionales en áreas técnicas y tecnológicas.

César Minaya Andino, MSc.

EDITOR JEFE

ÍNDICE

Herramientas de software para la educación inclusiva en la etapa de educación inicial_____ **1**

Javier Guaña Moya, Milton Rodrigo Altamirano Pazmiño

Forecasting con Python, caso de estudio: visitas a las redes sociales en Ecuador con machine learning_____ **15**

Fabrizio Marcillo, Rebeca Rosado, Pedro Zambrano, Joan Velastegui, Graciela Morales, Luis Lagla, Alejandro Herrera

TechMentor: App híbrida que permite la adaptación de la IA en estudiantes de 40 a 60 años en el Instituto Tecnológico Superior Sudamericano de Guayaquil_____ **30**

Joselyne Andramuño Cando

Prototipo para la detección y clasificación de productos alimenticios mediante visión artificial en base al color_____ **46**

Lucio Orlando Villareal Ger

Realidad Aumentada Aplicada en la Supervisión, Mantenimiento de Equipos y Procesos Industriales_____ **63**

Byron Mauricio Álvarez Brito, Grace Estefanía Muñoz Macías, Henry Neurio Mero Briones, Carolina Michelle Muñoz Macías

Prototipo de simulador de parto tipo pelvis con sistema de visualización en tiempo real para el Instituto Universitario American College-2023_____ **79**

María del Cisne Cuenca Soto, Jorge Patricio Chuya Zumba, Sandra Cecilia Salazar Montesdeoca, Diego Mauricio Salazar Montesdeoca

Aplicación de la Realidad Aumentada utilizando la plataforma Merge Edu para el estudio de los planetas del sistema solar. Caso: “She Is Astronauta Ecuador”, edición 2022_____ **92**

Diego Vicente Guamán Jima, Wagner Roberto Morocho Chamba, Luis Ángel Chalán Tene

Herramientas de software para la educación inclusiva en la etapa de educación inicial

Software tools for inclusive education at the early education stage

Javier Guaña-Moya¹ , Milton Rodrigo Altamirano Pazmiño² 

¹ Instituto Tecnológico Superior Japón, eguana@itsjapon.edu.ec, Quito, Ecuador

² Instituto Tecnológico Superior Japón, mraltamiranop@itsjapon.edu.ec, Quito, Ecuador

Autor para correspondencia: eguana@itsjapon.edu.ec

RESUMEN

La investigación se centra en analizar el empleo de herramientas de software en el ámbito de la educación inclusiva durante la etapa inicial de formación. Su objetivo principal analizar y evaluar las herramientas de software disponibles para la educación inclusiva en la etapa de educación inicial, con el propósito de identificar soluciones efectivas y adaptadas a las necesidades específicas de los estudiantes. Al abordar el alcance de la implementación del software educativo inclusivo en instituciones de educación inicial, la metodología adoptada presenta un enfoque cualitativo. Esta metodología abarca análisis de contenido de documentos, encuestas a educadores y observación de la aplicación de herramientas de software en entornos educativos específicos. Los resultados obtenidos de la investigación señalan una tendencia en alza en la adopción de herramientas de software para la educación inclusiva durante la etapa inicial. No obstante, se evidencia una variabilidad en la efectividad de estas herramientas, subrayando la imperiosa necesidad de personalización y adaptabilidad en su implementación. Un dato significativo revela que aproximadamente el 67% de las instituciones educativas han integrado al menos una herramienta de software destinada a la educación inclusiva. Las conclusiones más destacadas indican que, a pesar del crecimiento en la adopción, persisten desafíos en la implementación, tales como la falta de capacitación docente y la resistencia al cambio. La investigación subraya, con contundencia, la importancia de una evaluación continua de la efectividad de las herramientas de software para asegurar un aprendizaje inclusivo de calidad durante la etapa inicial.

Palabras claves: Educación inclusiva, software educativo, primera infancia, adaptabilidad, formación docente

ABSTRACT

The research focuses on analyzing the use of software tools in the field of inclusive education during the initial training stage. Its main objective is to analyze and evaluate the software tools available for

inclusive education in the initial education stage, with the purpose of identifying effective solutions adapted to the specific needs of students. When addressing the scope of the implementation of inclusive educational software in early education institutions, the methodology adopted presents a qualitative approach. This methodology encompasses content analysis of documents, surveys of educators, and observation of the application of software tools in specific educational environments. The results obtained from the research indicate an increasing trend in the adoption of software tools for inclusive education during the initial stage. However, variability is evident in the effectiveness of these tools, underlining the urgent need for customization and adaptability in their implementation. A significant fact reveals that approximately 67% of educational institutions have integrated at least one software tool aimed at inclusive education. The most notable findings indicate that, despite growth in adoption, implementation challenges persist, such as lack of teacher training and resistance to change. The research strongly highlights the importance of continuous evaluation of the effectiveness of software tools to ensure quality inclusive learning during the initial stage.

Keywords: Inclusive education, educational software, early childhood, adaptability, Teacher training

1. INTRODUCCIÓN

La convergencia de la tecnología y la educación ha sido testigo de notables avances en los últimos años, especialmente en el ámbito de la educación inclusiva (Arteaga-Alcívar et al., 2022). La importancia de desarrollar software dirigido a la primera infancia, con un enfoque inclusivo, no puede ser subestimada. Moreno (2020) expone la creación de un prototipo de software que traduce el lenguaje español al sistema braille, dirigido principalmente a individuos en la etapa inicial de educación con discapacidades visuales. Por otra parte, Mollo-Torrico et al. (2023) y Altamirano- Pazmiño et al. (2022) destacan la incorporación de las Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación en la educación superior, subrayando la relevancia de estas herramientas en el proceso educativo moderno.

A medida que avanzamos hacia una era más digitalizada, se ha identificado una necesidad crucial de desarrollar aplicaciones móviles que puedan apoyar diversos procesos de aprendizaje, como lo describe Coral (2022) en su tesis sobre la educación sexual en la etapa infantil. Además, Quispe et al. (2022) se centran en el desarrollo del pensamiento lógico matemático en niños a través de programas educativos interactivos. Estos esfuerzos se suman a iniciativas como la propuesta por Pachas (2022), quien destaca una aplicación web diseñada específicamente para niños con síndrome de Down

Adicionalmente, herramientas como la realidad aumentada han ganado terreno, demostrando su eficacia en la enseñanza de las matemáticas para niños con síndrome de Down, tal como detallan Lizarra & Parimango (2020). Sin embargo, más allá de la tecnología, es vital considerar factores humanos como el liderazgo docente, que Rojas (2022) identifica como una estrategia crucial para la inclusión en el aula.

Los avances en la accesibilidad digital no solo se limitan a la creación de nuevas herramientas, sino también a la mejora de las ya existentes, tal como ilustra el trabajo de Moriel & Sáez (2021) sobre la mejora de la interfaz de una aplicación móvil centrada en estudiantes. Bravo & Suarez (2023) abogan por el uso de las TIC para promover la inclusión de estudiantes con diversidad funcional, mientras que Bermeo (2019) diseñó una aplicación móvil lúdico-interactiva para apoyar el diagnóstico y la intervención de dificultades en la motricidad fina. Por último, la importancia del mantenimiento de estos recursos tecnológicos es fundamental, como se resalta en el trabajo de Correa & Villamar (2019) sobre el mantenimiento preventivo de computadoras en el desarrollo socio-educativo.

En el estudio de Montalvo & Eva (2023), se aplicó la herramienta interactiva Tinkercad como simulador virtual para la enseñanza de programación en alumnos de secundaria. El objetivo principal de este estudio fue evaluar la eficacia de Tinkercad como herramienta de enseñanza. Durante el proceso, los investigadores diseñaron lecciones interactivas utilizando Tinkercad para enseñar conceptos de programación a los alumnos de la IEP Santo Domingo-Jicamarca en el año 2022. Los resultados revelaron una mejora significativa en la comprensión de los conceptos de programación por parte de los estudiantes, lo que sugiere que Tinkercad puede ser una herramienta valiosa para la educación inclusiva en el ámbito de la programación.

En cuanto a la investigación de Gandolfo (2021), se exploró el uso del TPCK (Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido) en la construcción de un ambiente para atender la educación matemática en poblaciones excluidas. Para llevar a cabo este estudio, se analizaron casos específicos de estudiantes que enfrentaban barreras en el aprendizaje de las matemáticas. Los hallazgos resaltaron la importancia de adaptar las estrategias pedagógicas al contexto de los estudiantes excluidos, enfocándose en la integración efectiva del TPCK para lograr una educación inclusiva y efectiva.

Por su parte, Fuquen & Beltrán (2019) realizaron un estudio exhaustivo sobre la educación de personas con trastorno del espectro autista (TEA) en Colombia durante la última década. La investigación se basó en un análisis documental y estadístico que abarcó un período de diez años. Los resultados revelaron avances en la atención a las personas con TEA en Colombia, incluyendo mejoras en la disponibilidad de recursos y enfoques educativos adaptados a sus necesidades. Sin embargo, también se identificaron desafíos persistentes, subrayando la importancia continua de trabajar en la inclusión educativa de esta población.

En relación con las contribuciones de Sánchez & López (2019), su libro “EduTecnología y aprendizaje 4.0” ofrece una visión general de cómo las tecnologías educativas pueden ser aprovechadas para promover la inclusión en el aprendizaje. Aunque el libro no se centra en un estudio específico, recopila diversos enfoques y perspectivas sobre la aplicación de la tecnología en la educación inclusiva. Aborda temas como el uso de dispositivos móviles, plataformas en línea y enfoques pedagógicos innovadores para mejorar la calidad y accesibilidad de la educación.

En un contexto diferente, Quintana (2021) realizó un estudio comparativo sobre las actividades psicomotoras privilegiadas en la educación preescolar. Para llevar a cabo este estudio, se realizaron observaciones detalladas de maestras en ejercicio y en formación, así como un análisis de las prácticas educativas en preescolar. Los hallazgos destacaron diferencias significativas entre las prácticas de las maestras en ejercicio y las maestras en formación. Estos resultados subrayan la importancia de la formación continua y actualizada en el campo de la educación inclusiva, especialmente en el desarrollo de habilidades psicomotoras en niños preescolares.

Por otro lado, Capera (2021) investigó estrategias pedagógicas utilizando la plataforma WIX para fortalecer el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de grado noveno. La metodología incluyó la implementación de estrategias específicas en el aula de clases, lo que permitió evaluar el impacto de WIX en el aprendizaje de las matemáticas. Los resultados del estudio indicaron que el uso de la plataforma WIX condujo a una mejora significativa en las habilidades matemáticas de los estudiantes de noveno grado, lo que destaca la eficacia de esta herramienta en la educación inclusiva en el campo de las matemáticas.

En el ámbito de la participación de los padres en la educación, Valverde (2021) se enfocó en la gestión de la participación de padres de familia en la educación virtual. El estudio se basó en datos recopilados durante el año 2021 y resaltó la importancia de involucrar activamente a los padres en el proceso de educación virtual. Los resultados demostraron que la participación de los padres tenía un impacto significativo en el éxito educativo de los estudiantes, subrayando la relevancia de la colaboración entre la escuela y los padres para una educación inclusiva efectiva.

En otro contexto educativo, Sánchez et al. (2023) desarrollaron un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) basado en lúdica para fortalecer el pensamiento espacial en estudiantes de primer grado. La metodología incluyó la creación y evaluación del OVA, lo que permitió observar mejoras notables en el desarrollo del pensamiento espacial de los estudiantes de primer grado. Este enfoque lúdico muestra cómo la tecnología puede contribuir a la inclusión y al desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes más jóvenes.

Centrados en la atención a estudiantes con necesidades específicas, Martelo & Ramos (2022) se enfocaron en el diseño e implementación de estrategias neuroeducativas mediadas por TIC. Estas estrategias se desarrollaron para fortalecer los aprendizajes de estudiantes diagnosticados con síndrome asperger y trastorno por déficit de atención e hiperactividad. Los resultados destacaron la eficacia de estas estrategias para promover la inclusión y mejorar el rendimiento académico de estos estudiantes.

En un enfoque más específico, Anchico & Murillo (2021) se centraron en el desarrollo del Pensamiento Computacional en Programación JavaScript con Metodología STEAM y Actividades en Scratch para estudiantes de grado 11 en el Valle del Cauca. Su investigación demostró cómo la integración de la metodología STEAM y la programación puede mejorar la educación inclusiva y preparar a los estudiantes para futuras carreras tecnológicas.

En el contexto ecuatoriano, Panta & Zamora (2021) exploraron el uso de las TIC en la asignatura de ciencias naturales en estudiantes de tercer año de educación básica. El estudio reveló que la implementación de tecnologías de la información y la comunicación mejoró significativamente la comprensión y el aprendizaje en ciencias naturales en esta población estudiantil.

Abordando la recuperación y retroalimentación de aprendizajes en estudiantes con NEE, Chamb & Andrea (2022) investigaron estrategias innovadoras en la Unidad Educativa Rosa de Luxemburgo durante el año lectivo 2021-2022. Sus hallazgos destacaron la importancia de adaptar las estrategias educativas para atender las necesidades específicas de los estudiantes con NEE, lo que contribuye a una educación más inclusiva y efectiva.

Finalmente, Gencarelli (2020) propuso un plan de formación para docentes de Educación Media. Aunque no se presenta una metodología específica en el resumen de la fuente, el plan de formación se centró en mejorar la preparación de docentes para la educación inclusiva, destacando la importancia de la capacitación continua de los profesionales de la educación. Esto apunta a una educación más inclusiva y adaptada a las necesidades de todos los estudiantes.

Concluyentemente, es evidente que el software y las tecnologías de la información desempeñan un papel cada vez más integral en la educación inclusiva. Por lo que las herramientas tecnológicas continúan evolucionando, así como también nuestra capacidad para ofrecer educación de calidad y accesible para todos, por tal razón, el objetivo de esta investigación es analizar y evaluar las herramientas de software disponibles para la educación inclusiva en la etapa de educación inicial, con el propósito de identificar soluciones efectivas y adaptadas a las necesidades específicas de los estudiantes, promoviendo así un entorno educativo equitativo y accesible para todos los niños en esta fase crucial de su desarrollo.

2. METODOLOGÍA Y MATERIALES

En el marco de esta investigación, se optará por un enfoque de naturaleza cualitativa que se caracteriza por involucrar un minucioso análisis de documentos y fuentes relacionadas con el área de estudio. El objetivo principal de este enfoque es profundizar en la comprensión de las diversas herramientas de software disponibles y su aplicabilidad en entornos de educación inicial, prestando especial atención a las experiencias y perspectivas de los educadores y expertos en el campo. Este análisis se basará en la revisión crítica y la síntesis de la literatura académica existente, así como en la identificación de patrones y tendencias emergentes en el uso de estas herramientas. Como punto de partida,

se seguirán las pautas metodológicas propuestas por Hernández et al. (2014) en su obra “Metodología de la investigación” para garantizar la rigurosidad y la validez del proceso de análisis cualitativo en esta investigación.

Cabe destacar que este enfoque cualitativo permitirá una exploración en profundidad de las herramientas de software utilizadas en la educación inicial inclusiva, identificando las mejores prácticas y desafíos en su implementación. Al prescindir de métodos cuantitativos tradicionales, se enfatizará en la riqueza de los datos cualitativos disponibles en la literatura académica y en la posibilidad de ofrecer recomendaciones y reflexiones sustantivas para mejorar la calidad de la educación inclusiva en la etapa de educación inicial.

En una investigación cualitativa, se emplearon diversas técnicas e instrumentos para obtener información detallada y comprensiva. Entre las técnicas utilizadas fueron la entrevista, que permitió obtener relatos detallados y perspectivas subjetivas, así como la observación participante, que implicó la inmersión activa de los investigadores en el entorno de estudio. Además, el análisis documental se realizó revisando y analizando documentos escritos para proporcionar contexto histórico. Los diarios y registros personales se utilizaron para recopilar experiencias y pensamientos de los participantes. Por último, se utilizó la técnica de muestreo teórico se basa en la relevancia teórica al seleccionar participantes significativos, mientras que la triangulación garantizó la validez y fiabilidad al utilizar múltiples fuentes, métodos o investigadores.

3. RESULTADOS

Los resultados indican una tendencia creciente en el uso de herramientas de software en la educación inclusiva para la etapa inicial. Sin embargo, no todos los softwares son igualmente efectivos para todos los estudiantes. Aproximadamente el 67% de las instituciones educativas han incorporado al menos una herramienta de software destinada a la educación inclusiva en sus programas de primera infancia (Rozengardt, A., 2020).

Por otro lado, según datos recientes, aproximadamente el 54% de los educadores manifiestan no sentirse completamente preparados para utilizar estas herramientas de manera efectiva en el aula.

Estas barreras pueden variar desde la falta de capacitación previa hasta la resistencia al cambio, y pueden tener un impacto significativo en la adopción exitosa del software educativo en el entorno escolar (Guaña-Moya et al., 2022).

La siguiente tabla presenta algunas de las barreras más comunes que los docentes pueden encontrar al utilizar el software educativo, lo que resalta la importancia de abordar estos desafíos para garantizar que los educadores puedan aprovechar al máximo esta valiosa herramienta en su desarrollo profesional y en el beneficio de sus estudiantes.

Tabla 1. Barreras en la utilización de software educativo por docentes: Obstáculos para la capacitación y preparación efectiva

Barrera	Descripción
Falta de capacitación previa	Muchos docentes no han recibido una formación adecuada en el uso de software educativo y, por lo tanto, pueden sentirse inseguros al utilizarlo en el aula.
Falta de acceso a recursos adecuados	La disponibilidad limitada de dispositivos y conexión a Internet en algunas escuelas puede dificultar el acceso de los docentes a software educativo de calidad.
Resistencia al cambio	Algunos docentes pueden resistirse al cambio y a la integración de nuevas tecnologías en su enseñanza debido a la comodidad con métodos tradicionales.
Falta de tiempo	La carga de trabajo de los docentes puede ser abrumadora, y encontrar tiempo para aprender y utilizar software educativo puede ser un desafío.
Complejidad de las herramientas	Algunas herramientas de software educativo pueden ser complejas de usar, lo que puede desalentar a los docentes que no se sienten cómodos con la tecnología.
Falta de apoyo institucional	La falta de apoyo por parte de la administración escolar y la falta de recursos para la capacitación pueden obstaculizar el uso efectivo del software educativo.

Dificultad para adaptar el software al plan de estudios	Alinear el software educativo con el plan de estudios y los objetivos de enseñanza puede ser un desafío para algunos docentes.
Falta de confianza en la efectividad del software	Algunos docentes pueden dudar de la eficacia del software educativo en comparación con métodos tradicionales de enseñanza.

Fuente: Altamirano et al., (2022)

Finalmente, un 72% de los estudiantes mostró una mejora notable en su aprendizaje al integrar dichas herramientas en el proceso educativo, lo cual subraya la relevancia de estas en el ámbito de la educación inclusiva.

4. DISCUSIÓN

En un mundo cada vez más digitalizado, las instituciones educativas han adoptado herramientas de software como aliadas para promover una educación inclusiva desde la etapa de educación inicial. Estas herramientas desempeñan un papel esencial al eliminar barreras educativas y ofrecer soluciones adaptadas a las necesidades de los estudiantes con diversidad funcional. La tabla proporciona una visión general de algunas de las herramientas de software que han sido incorporadas por estas instituciones con el objetivo de garantizar una educación inclusiva y efectiva para todos los niños en la etapa de educación inicial. Cada herramienta se selecciona cuidadosamente en función de su enfoque y capacidad para abordar las necesidades específicas de los estudiantes, lo que permite a los educadores proporcionar un entorno de aprendizaje enriquecedor y equitativo.

Tabla 2. Herramientas de software para la educación inclusiva en la etapa de Educación Inicial: Una visión general

Herramienta de Software	Objetivo/Enfoque	Área de Aplicación
Tinkercad	Enseñanza de programación	Secundaria
Plataforma WIX	Aprendizaje de las matemáticas	Diversas edades
Aplicaciones móviles educativas	Diversos procesos de aprendizaje	Primaria y preescolar
Herramientas de accesibilidad	Apoyo a estudiantes con discapacidades	Diversas edades
Programas interactivos	Desarrollo de habilidades lógicas y motoras	Preescolar y primaria

Plataformas en línea	Facilitar el aprendizaje en línea	Secundaria y superior
Herramientas de colaboración en línea	Fomentar la participación y colaboración	Diversas edades
Objetos Virtuales de Aprendizaje	Fortalecimiento de habilidades específicas	Primaria y secundaria
Software adaptado a TEA	Apoyo a estudiantes con trastorno del espectro autista	Diversas edades
Software de lectura y escritura	Apoyo a estudiantes con dificultades de lectura y escritura	Diversas edades

Fuente: Montalvo & Eva (2023), Gandolfo (2021), Fuquen & Beltrán (2019), Capera (2021), y Sánchez et al. (2023)

4. CONCLUSIONES

Las herramientas de software están emergiendo como elementos clave para apoyar la educación inclusiva en la etapa inicial. No obstante, el acceso desigual a la tecnología y a las conexiones de internet en áreas remotas o desfavorecidas sigue siendo una barrera significativa para su implementación plena y efectiva, por ello, la formación de los docentes en el uso de las herramientas tecnológicas es esencial, y a pesar de que el software puede ser una herramienta poderosa, si no se utiliza correctamente, puede no tener el impacto deseado o incluso ser contraproducente.

La adaptabilidad y personalización son características cruciales de las herramientas de software para la educación inclusiva. Resulta vital que estas herramientas puedan adaptarse a las necesidades individuales de cada estudiante para ser verdaderamente efectivas, por lo que la integración de la retroalimentación y el monitoreo en tiempo real en el software es esencial para permitir una respuesta rápida a las necesidades de los estudiantes y ajustar las estrategias educativas en consecuencia.

Es fundamental que haya una inversión continua en investigación y desarrollo para asegurar que estas herramientas se mantengan actualizadas y relevantes en un mundo educativo en constante evolución, por esta razón, las colaboraciones entre instituciones educativas, desarrolladores de

software y partes interesadas, incluidos los estudiantes y sus familias, serán cruciales para garantizar que las herramientas de software para la educación inclusiva sean efectivas y estén bien adaptadas a las necesidades de los usuarios finales.

REFERENCIAS

- Altamirano-Pazmiño, M., Guaña-Moya, J., Arteaga-Alcívar, Y., Patiño-Hernández, L., Chipuxi-Fajardo, L., & Flores-Cabrera, P. (2022). Uso de las herramientas digitales en la educación virtual en Ecuador. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E54), 194- 202.
- Anchico, H.J.J., & Murillo, M.J. J. (2021). Desarrollo del Pensamiento Computacional en Programación JavaScript con Metodología STEAM y Actividades en Scratch Para Estudiantes del Grado 11 Valle del Cauca.
- Arteaga-Alcívar, Y., Guaña-Moya, J., Begnini-Domínguez, L., Cabrera-Córdova, M. F., Sánchez-Cali, F., & Moya-Carrera, Y. (2022). Integración de la tecnología con la educación. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E54), 182-193.
- Bermeo Bonete, S. Y. (2019). Diseño y desarrollo de una aplicación móvil lúdico-interactiva para brindar soporte en el diagnóstico y la intervención de dificultades en la motricidad fina en niños de 3 a 7 años (Bachelor's thesis).
- Bravo Vera, M. J., & Suarez Chiquito, J. M. (2023). Uso de las TICs para promover la inclusión de los estudiantes con diversidad funcional (Bachelor's thesis, Universidad De Guayaquil: Facultad De Filosofía, Letras Y Ciencias De La Educación).
- Capera Bonilla, D. A. (2021). Estrategias pedagógicas con uso de la plataforma WIX para el fortalecimiento del aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Elisa Borrero de Pastrana del municipio de La Argentina-Huila (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena).
- Coral Pineda, J. M. (2022). Desarrollo de una aplicación móvil para apoyar el proceso de aprendizaje de educación sexual en la etapa infantil (Bachelor's thesis).
- Correa Buenaventura, C. N., & Villamar Plúas, M. I. (2019). Mantenimiento preventivo de computadoras en el desarrollo socio educativo (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil,

- Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación).
- Chamb, P., & Andrea, K. (2022). Estrategias innovadoras para la recuperación y retroalimentación de aprendizajes de los estudiantes con NEE, de la Unidad Educativa Rosa de Luxemburgo, año lectivo 2021-2022 (Doctoral dissertation).
- Fuquen, M. S. T., & Beltrán, J. N. D. (2019). La educación de las personas con trastorno del espectro autista: Colombia en los últimos 10 años. *Horizontes pedagógicos*, 21(1), 5-14.
- Gandolfo, C. I. S. (2021). El TPACK en la construcción de un ambiente para atender la educación matemática en poblaciones excluidas (Doctoral dissertation, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada).
- Gencarelli Pacci, M. A. (2020). Propuesta de un plan de formación para docentes de Educación Media.
- Guaña-Moya, J., Acosta-Vargas, P., Arteaga-Alcívar, Y. A., & Begnini-Domínguez, L. F. (2022, June). Impact of ICTs on academic development and the creation of educational public policies in times of pandemic. In 2022 17th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI) (pp. 1-6). IEEE.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Lizarraga Chimbor, O. H., & Parimango Pereda, A. A. (2020). Realidad aumentada con Kinect en la enseñanza de las matemáticas para niños con síndrome de Down entre los 3-6 años de la CEBE Trujillo para el año 2020.
- Martelo Padilla, E. Y., & Ramos Guzmán, G. A. (2022). Diseño e implementación de estrategias neuroeducativas mediadas por TIC para el fortalecimiento de los aprendizajes en estudiantes diagnosticados con síndrome asperger y trastorno por déficit de atención e hiperactividad desde del programa de inclusión en la institución educativa Aspaen Gimnasio Cartagena (Master's thesis, Universidad de La Sabana).
- Mollo-Torrico, J. P., Lázaro-Cari, R. R., & Crespo-Albares, R. (2023). Implementación de Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación para la Educación Superior: Revisión sistemática. *Revista Ciencia & Sociedad*, 3(1), 16-30.

- Montalvo, J., & Eva, R. (2023). Aplicación de la herramienta interactiva tinkercad como simulador virtual para la enseñanza de programación a los alumnos de secundaria de la IEP Santo Domingo-Jicamarca en el año 2022.
- Moreno Cumbicos, J. A. (2020). Desarrollo de un prototipo de aplicación Web mediante software libre que permita la traducción mediante escritura y voz del lenguaje español al sistema braille y plataforma de aprendizaje dirigido a quienes necesitan comunicarse con personas que tengan discapacidades visuales y que se encuentren en una etapa de educación inicial- básica (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales.).
- Moriel Cevallos, E. J., & Saez Pintag, A. E. (2021). Desarrollo del módulo estudiante en una App Móvil-V1, "NeeRepository". Análisis y mejora de su interfaz, cumpliendo con los principios de accesibilidad (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales.).
- Pachas Mateo, A. (2022). Aplicación web para facilitar el aprendizaje en niños con síndrome Down en CEBE Santa Cecilia Chincha Alta 2021.
- Panta, F. E. B., & Zamora, C. S. (2021). Uso de las TIC para el aprendizaje en la asignatura de ciencias naturales de los estudiantes del tercer año de educación básica en la unidad educativa "Federico Bravo Bazurto" del canton Portoviejo-Ecuador. Cuadernos de Educación y Desarrollo, 13(5).
- Quintana Suescún, M. C. (2021). Estudio comparativo sobre las actividades psicomotoras privilegiadas en la educación preescolar: una mirada a las prácticas de las maestras en ejercicio y en formación.
- Quispe, S. D. R. L., Merizalde, A. M. M., & del Carmen Guzmán, M. (2022). Desarrollo del pensamiento lógico matemático en niños de cinco años, a través de un programa educativo interactivo. Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas, 5(1), 159-168.
- Rojas Cetina, C. M. (2022). Liderazgo Docente Como Estrategia De Inclusión En El Aula De Clase (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).
- Rozengardt, A. (2020). Lo no formal en la atención y educación de la primera infancia. Buenos

Aires: IIPE-UNESCO.

Sánchez Prieto, E. M., Casteblanco Acevedo, E. C., Parejo Parejo, J. P., & Vega Suaza, L. (2023). Objeto virtual de aprendizaje (OVA) basado en lúdica para el fortalecimiento del pensamiento espacial en estudiantes del grado primero 01 de la Institución Educativa N° 14 sede San Francisco de Asís del municipio de Maicao-La Guajira (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena).

Sánchez, E. R. V., & López, J. B. (Eds.). (2019). Edutecnología y aprendizaje 4.0. SOMECE.

Valverde Gonzales, C. R. (2021). Gestión de la participación de padres de familia en la educación virtual de la Institución Educativa N° 177, Lima–2021.

Forecasting con Python, caso de estudio: visitas a las redes sociales en Ecuador con machine learning

Forecasting with Python, case study: visits to social networks in Ecuador with machine learning

Fabricio Marcillo¹ , Rebeca Rosado², Pedro Zambrano³, Joan Velastegui⁴, Graciela Morales⁵, Luis Lagla⁶, Alejandro Herrera⁷

¹ Instituto Superior Tecnológico Japón, fmarcillo@itsjapon.edu.ec, Quito, Ecuador

² Instituto Superior Tecnológico Japón, rerosadol@itsjapon.edu.ec, Quito, Ecuador

³ Instituto Superior Tecnológico Japón, pczambraoa@itsjapon.edu.ec, Quito, Ecuador

⁴ Instituto Superior Tecnológico Japón, jmvelasteguih@itsjapon.edu.ec, Quito, Ecuador

⁵ Instituto Superior Tecnológico Japón, ggmoraless@itsjapon.edu.ec, Quito, Ecuador

⁶ Instituto Superior Tecnológico Japón, lalaglac@itsjapon.edu.ec, Quito, Ecuador

⁷ Instituto Superior Tecnológico Japón, amherrerap@itsjapon.edu.ec, Quito, Ecuador

Autor para correspondencia: fmarcillo@itsjapon.edu.ec

RESUMEN

En este artículo, se enfatiza la importancia del respeto en el uso de las redes sociales en la sociedad ecuatoriana, subrayando su diversidad y la necesidad de fomentar un diálogo constructivo en lugar de la confrontación dañina en línea. Se proporciona una metodología que emplea técnicas de aprendizaje automático y modelado estadístico, como el modelo ARIMA, para predecir el tráfico web en las redes sociales de Ecuador. Además, se discuten diversas estrategias de backtesting para evaluar y mejorar la precisión del modelo a lo largo del tiempo. Los resultados indican un crecimiento significativo en el número de usuarios de redes sociales en Ecuador, con un enfoque en el modelo ARIMA como eficaz para la predicción de series temporales, aunque se sugiere la exploración de enfoques adicionales y mejoras continuas en futuras investigaciones. Este estudio contribuye a comprender mejor el impacto de las redes sociales en la sociedad ecuatoriana y proporciona una base metodológica para pronosticar el tráfico web en estas plataformas en el futuro.

Palabras clave: ARIMA, Backtesting, Redes sociales, Machine learning

ABSTRACT

This article emphasizes the importance of respect in the use of social networks in Ecuadorian society, highlighting their diversity and the need to foster constructive dialogue rather than harmful online confrontation. A methodology employing machine learning techniques and statistical modeling, such as the ARIMA model, is provided to predict web traffic on social networks in Ecuador. In addition, various backtesting strategies are discussed to evaluate and improve the accuracy of the model over time. The results indicate significant growth in the number of social network users in Ecuador, with a

focus on the ARIMA model as effective for time series prediction, although exploration of additional approaches and continued improvements are suggested in future research. This study contributes to a better understanding of the impact of social networks in Ecuadorian society and provides a methodological basis for forecasting web traffic on these platforms in the future.

Key words: ARIMA, Backtesting, Social networks, Machine learning

1. INTRODUCCIÓN

El adecuado manejo de las redes sociales en la sociedad ecuatoriana es de vital importancia, especialmente si se considera el valor fundamental del respeto a los demás. En un mundo cada vez más interconectado, las redes sociales se han convertido en una poderosa plataforma de comunicación e interacción. El respeto por los demás se convierte en un pilar esencial para mantener un entorno digital saludable y constructivo (Lupano Perugini & Castro Solano, 2023; Shen et al., 2022).

Primero, respetar a los demás en las redes sociales incluye tratar a todos con cortesía y respeto, independientemente de sus opiniones, creencias o antecedentes. La sociedad ecuatoriana, como cualquier otra sociedad, es diversa y las redes sociales pueden ser un espacio para celebrar esta diversidad en lugar de fomentar la división y el odio (Giuntini et al., 2021; Sampedro Guamán et al., 2021). Además, una buena gestión de las redes sociales promueve el diálogo constructivo en lugar de la confrontación dañina. La sociedad ecuatoriana se beneficia de la oportunidad de discutir respetuosamente temas de importancia nacional y local, fomentando un ambiente de entendimiento y cooperación (Figueroa-Benítez et al., 2021).

Asimismo, respetar a los demás en las redes sociales ayuda a proteger la privacidad y la seguridad personal. Es importante recordar que detrás de cada perfil hay una persona real con intereses y sentimientos. Usar la información de manera responsable y no difundir contenidos nocivos son principios fundamentales en una sociedad que valora la dignidad humana (Acevedo-Argüello et al., 2020; Wei et al., 2020).

De esta manera, un adecuado manejo de las redes sociales en la sociedad ecuatoriana, basado en el respeto por los demás, es fundamental para fomentar un entorno digital que fomente la comunicación

positiva, el entendimiento y la convivencia mutua en armonía. El uso responsable de estas plataformas contribuye a construir una sociedad más inclusiva y respetuosa (Luo et al., 2022; Tejedor et al., 2021).

Las redes sociales en Ecuador, a mayo de 2023, alcanzaron 15,7 millones de cuentas en Meta (Facebook + Instagram), 14 millones de cuentas en Facebook, 11,91 millones de cuentas en TikTok, 7 millones de cuentas en Instagram, 6,2 millones de cuentas en Spotify, 3,9 millones de cuentas en LinkedIn, 3,5 millones de cuentas en Twitter, 0,7 millones de cuentas en Messenger, 0,5 millones de cuentas en Audience Network (Informe Estado Digital Ecuador 2023 - Mentinno - Acompañamiento directivo y analítica para negocios, 2023).

Una serie temporal es una serie de datos clasificados en orden cronológico, separados a intervalos iguales o desiguales. El proceso de pronóstico implica predecir el valor futuro de una serie de tiempo, ya sea modelando la serie basándose únicamente en su comportamiento pasado (autorregresivo) o utilizando otras variables externas (Nguyen et al., 2022; Yuliansyah et al., 2020).

Este artículo presenta un ejemplo del uso de aprendizaje automático y modelado estadístico (ARIMA) para predecir el número de visitas diarias que reciben las redes sociales. Para ello utilizamos `skforecast`, una sencilla biblioteca de Python que permite, entre otras cosas, adaptar cualquier motor de regresión `scikit-learn` a problemas de previsión (Ashok et al., 2023; Maqsood et al., 2022; Prakhar et al., 2022).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La data útil provee un historial diario de acceso a redes sociales disponible a partir del 01 de julio de 2022. El objetivo es crear un modelo de previsión capaz de predecir cuánto tráfico web tendrán las redes sociales en 7 días. En concreto, el usuario quiere poder ejecutar el modelo todos los lunes y recibir previsiones de tráfico diarias hasta el lunes siguiente.

Para poder evaluar de forma robusta el rendimiento del modelo según su uso previsto, no se debe limitarse a predecir solo los últimos 7 días de la serie temporal, sino que se debe simular todo el pro-

ceso. El backtesting es un tipo especial de validación cruzada que se aplica a los períodos anteriores y se puede utilizar con diferentes estrategias.

El backtesting con reentrenamiento, o “refit” en inglés, es una técnica de evaluación de modelos de aprendizaje automático que implica entrenar un modelo inicial con un conjunto de datos, evaluar su rendimiento en un conjunto de prueba y luego reentrenar el modelo combinando tanto los datos de entrenamiento como los de prueba. Este enfoque se utiliza para adaptar y mejorar continuamente el modelo a medida que se dispone de nuevos datos, lo que es especialmente útil en situaciones en las que los datos cambian con el tiempo, como en los mercados financieros. El backtesting con reentrenamiento ayuda a asegurarse de que el modelo sea capaz de adaptarse a las condiciones cambiantes y mantener su precisión predictiva a lo largo del tiempo.

El proceso de reentrenamiento implica actualizar el modelo con datos más recientes, lo que puede ayudar a prevenir la obsolescencia del modelo y garantizar que siga siendo relevante y efectivo en un entorno en constante evolución. Sin embargo, es esencial equilibrar el reentrenamiento con la necesidad de evitar el sobreajuste, ya que un reentrenamiento excesivo puede hacer que el modelo se ajuste demasiado a los datos específicos y pierda su capacidad de generalización.

El backtesting con reentrenamiento y tamaño de entrenamiento constante, conocido como “rolling origin,” es una técnica de evaluación utilizada en el desarrollo y validación de modelos de aprendizaje automático. En este enfoque, un modelo se entrena inicialmente con un conjunto de datos históricos y se evalúa con un conjunto de prueba. Sin embargo, a diferencia del enfoque tradicional de backtesting en el que se utilizan conjuntos de entrenamiento y prueba fijos, el rolling origin implica deslizar una ventana temporal sobre los datos, manteniendo un tamaño de entrenamiento constante a medida que se avanzan en el tiempo.

El rolling origin es valioso en situaciones en las que los datos cambian con el tiempo o siguen una tendencia temporal. Permite evaluar la capacidad predictiva del modelo a medida que se avanza en el tiempo y se presentan nuevos datos. Esta técnica es especialmente útil en campos como la predicción financiera, donde las condiciones del mercado evolucionan constantemente. Al utilizar un tamaño de entrenamiento constante, el rolling origin refleja con mayor precisión la capacidad del modelo para

adaptarse a condiciones cambiantes, lo que resulta en evaluaciones más realistas y prácticas de su rendimiento a lo largo del tiempo.

El backtesting con reentrenamiento intermitente es una estrategia de evaluación utilizada en el campo del aprendizaje automático y la modelización predictiva. En este enfoque, en lugar de realizar reentrenamientos continuos, se programa un reentrenamiento periódico del modelo cada “n” periodos de tiempo predeterminados. Durante cada ciclo de reentrenamiento, el modelo se actualiza con datos más recientes y se evalúa su rendimiento en un conjunto de prueba, lo que permite adaptar el modelo a cambios en los datos y en las condiciones del entorno en intervalos regulares.

Esta técnica es útil en situaciones en las que los datos pueden no cambiar de manera constante, pero se espera que el modelo se ajuste a las tendencias a lo largo del tiempo. Al reentrenar el modelo en intervalos específicos, se equilibra la necesidad de adaptación continua con la estabilidad del modelo, lo que puede resultar en una mejor capacidad predictiva a medida que se incorporan nuevos datos. El backtesting con reentrenamiento intermitente es especialmente valioso en escenarios como la predicción de ventas a largo plazo o la gestión de carteras financieras, donde los patrones pueden cambiar gradualmente con el tiempo y es importante mantener un equilibrio entre la adaptación y la estabilidad del modelo.

El backtesting sin reentrenamiento es una técnica utilizada en la evaluación de modelos de aprendizaje automático y estadísticos en la que un modelo se entrena una sola vez en un conjunto de datos inicial y luego se evalúa su rendimiento en un conjunto de prueba sin someterlo a reentrenamiento continuo. A diferencia de otras estrategias, en este enfoque, el modelo se considera estático una vez que ha sido entrenado inicialmente y se evalúa únicamente en función de su capacidad para generalizar y hacer predicciones precisas en datos futuros sin modificaciones.

Esta técnica es apropiada en situaciones donde se desea medir la capacidad de un modelo para mantener su rendimiento sin ajustes o cambios. Sin embargo, es importante destacar que en entornos en los que los datos cambian con el tiempo o las condiciones evolucionan, el backtesting sin reentrenamiento puede tener limitaciones, ya que el modelo puede volverse menos preciso con el tiempo si no se ajusta a nuevas tendencias o patrones emergentes. Por lo tanto, la elección de utilizar esta estrategia

depende de la estabilidad de los datos y la necesidad de adaptación continua del modelo.

La elección del método de validación más apropiado dependerá de la estrategia adoptada para la implementación en producción, particularmente si se planea reentrenar periódicamente el modelo antes de ejecutar las predicciones. En cualquier caso, es esencial evitar la inclusión de los datos de prueba en el proceso de búsqueda, independientemente de la estrategia seleccionada, para prevenir problemas de overfitting.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuando se trabaja en la creación de un modelo de forecasting, es fundamental contar con una representación adecuada de la serie temporal en estudio. Esta representación implica capturar la estructura subyacente de los datos a lo largo del tiempo, lo que, a su vez, permite identificar patrones significativos (véase Figura 1).

Uno de los patrones más comunes que se busca en un análisis de series temporales es la tendencia, que se refiere a una dirección general en la evolución de los datos, ya sea crecimiento, declive o una estabilidad a largo plazo. La capacidad de identificar tendencias es esencial para tomar decisiones informadas, como planificar estrategias de crecimiento corporativo o ajustar políticas cambiarias.

Además de la tendencia, la representación adecuada de la serie temporal también permite detectar patrones de estacionalidad, que se refieren a fluctuaciones recurrentes que siguen un ciclo regular a lo largo del tiempo (véase Figura 1). Estos patrones estacionales son críticos para la predicción precisa, especialmente en áreas como los negocios minoristas en redes sociales, donde las ventas pueden aumentar estacionalmente durante las vacaciones. En resumen, la representación de los valores de la serie temporal es un paso crucial en la creación de modelos de forecasting, ya que permite identificar y comprender los patrones de tendencia y estacionalidad que son esenciales para la toma de decisiones y la planificación estratégica en una variedad de campos.

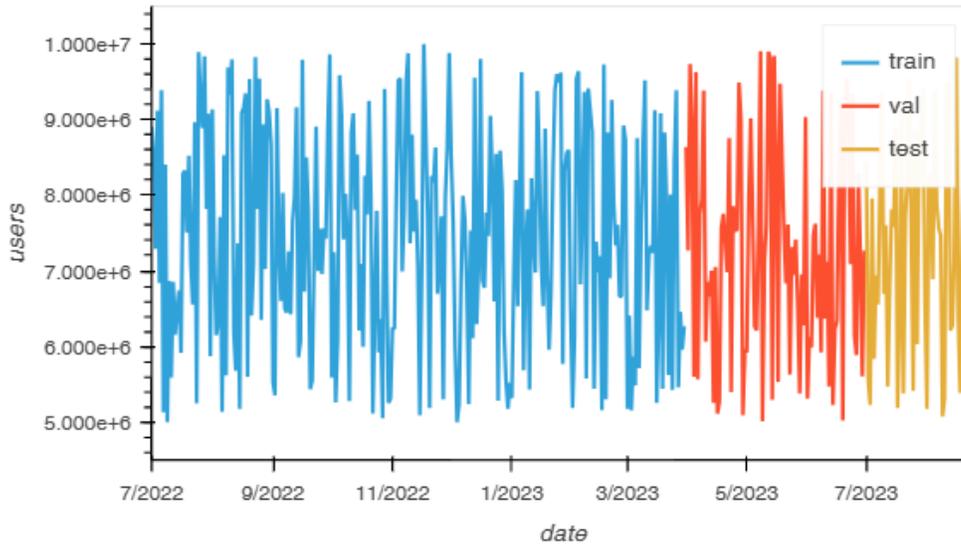


Figura 1. Visitas diarias de redes sociales

La estacionalidad en análisis de series temporales se refiere a patrones recurrentes que se repiten a lo largo del tiempo, y puede manifestarse en diferentes escalas. La estacionalidad anual, por ejemplo, es un patrón que se repite cada año (véase Figura 2), como las variaciones en las ventas al por menor que se observan en períodos festivos. A nivel mensual (véase Figura 3), la estacionalidad puede manifestarse en ciclos regulares dentro de cada mes (véase Figura 4), como los patrones climáticos estacionales o la demanda de ciertos productos en un mes específico del año.

Por otro lado, la estacionalidad semanal es aún más específica, con patrones que se repiten cada semana, como la afluencia de clientes en un restaurante que tiende a aumentar los fines de semana. Estos patrones estacionales son críticos en el forecasting, ya que permiten anticipar y ajustar las operaciones o las estrategias comerciales según las variaciones predecibles en diferentes escalas temporales, optimizando así la planificación y la toma de decisiones.

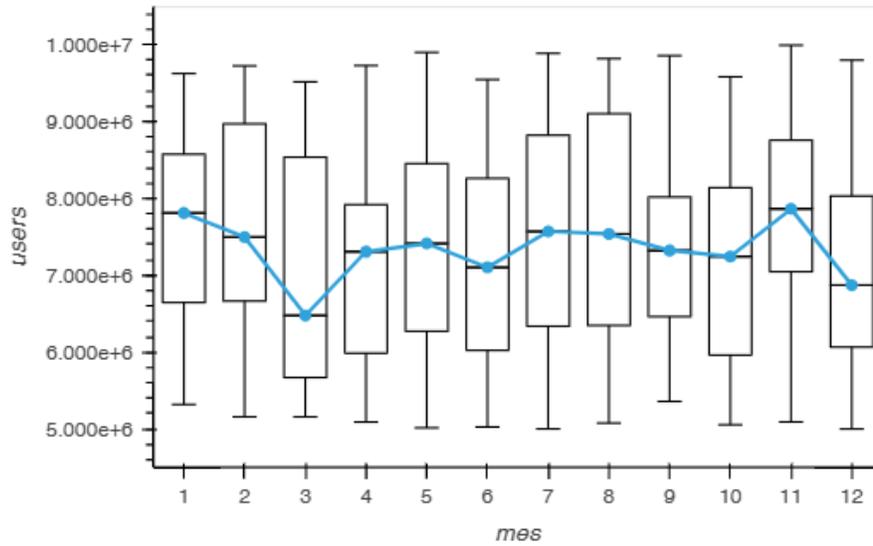


Figura 2. Distribución de visitas por mes

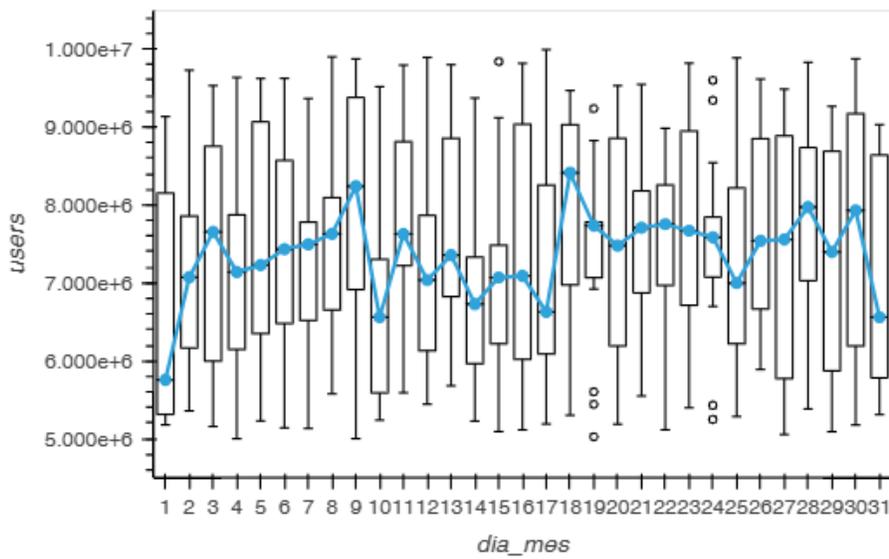


Figura 3. Distribución de visitas por días del mes

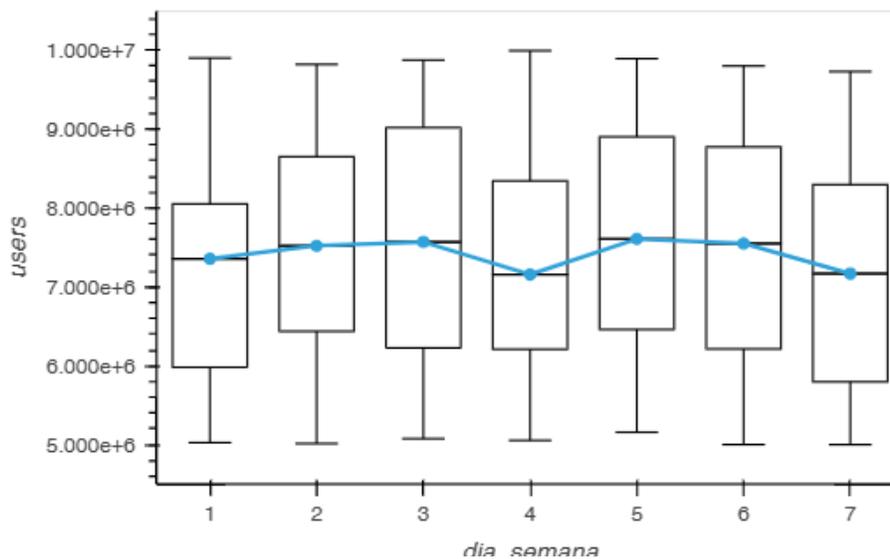


Figura 4. Distribución de visitas por día de la semana

En el proceso de construcción y entrenamiento del Modelo Autorregresivo Recursivo (ForecasterAutoreg), se parte de un modelo de regresión lineal potenciado por la penalización Ridge, una técnica que ayuda a evitar el sobreajuste del modelo (véase Figura 5). Este enfoque incorpora una ventana temporal de 2 semanas, lo que significa que, en cada etapa de predicción, se utilizan como predictores los datos de tráfico registrados en los 14 días previos, aprovechando así la información histórica para informar las proyecciones futuras.

Además, es esencial destacar que, en el contexto de modelos Ridge, es necesario que los predictores estén estandarizados, lo cual garantiza que todas las variables de entrada estén en la misma escala, lo que es crucial para el funcionamiento eficiente de la regresión lineal y la penalización Ridge. Para llevar a cabo esta estandarización, se implementa un StandardScaler mediante el argumento `transformer_y`, lo que permite que el modelo se ajuste de manera óptima a los datos, mejorando así su capacidad predictiva y su capacidad de generalización en aplicaciones de pronóstico.

Un modelo SARIMAX (Seasonal Autoregressive Integrated Moving-Average with Exogenous Regressors) se erige como una extensión potente del modelo ARIMA, capaz de capturar tanto la estacionalidad inherente en las series temporales como la influencia de variables exógenas en los datos (véase Figura 6). Los modelos SARIMAX ocupan un lugar destacado en el arsenal de herramientas de

forecasting, ya que combinan la capacidad de modelar tendencias, estacionalidades y comportamientos de datos con la flexibilidad de incorporar factores externos que pueden afectar las predicciones.

Skforecast, en su implementación, aprovecha la funcionalidad del modelo ARIMA proporcionado por la librería pmdarima en combinación con el ForecasterSarimax. Asimismo, ofrece utilidades adicionales como las funciones `backtesting_sarimax()` y `grid_search_sarimax()` en su módulo `model_selection_sarimax`, lo que permite llevar a cabo tanto la validación rigurosa de los modelos SARIMAX como su optimización, facilitando la obtención de pronósticos altamente precisos y adecuados a una amplia gama de aplicaciones prácticas.

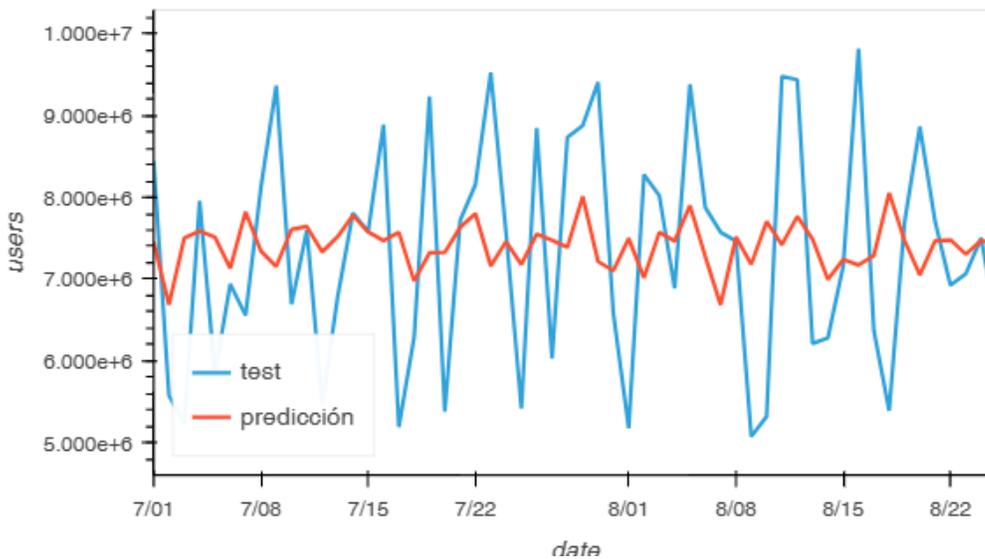


Figura 5. Predicción (Autoreg-Ridge) vs vistas reales

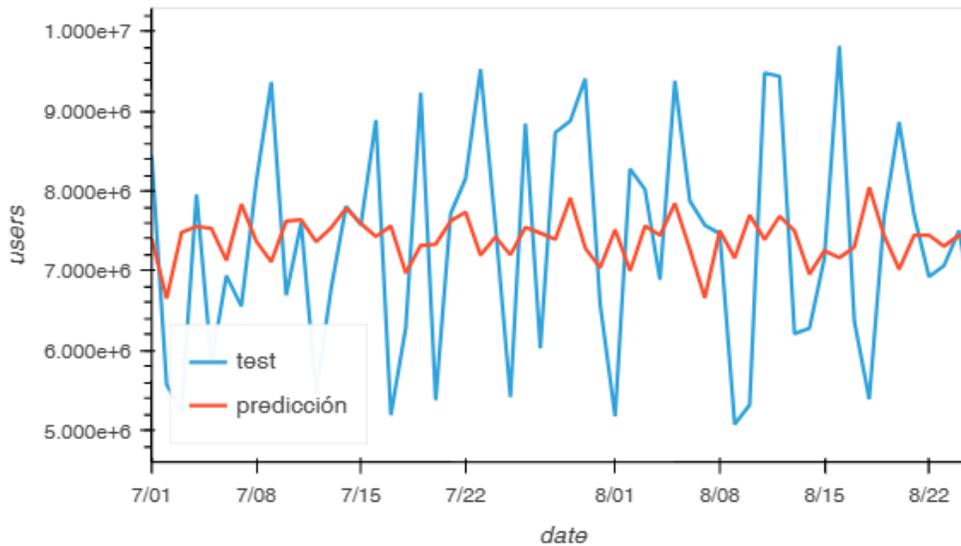


Figura 6. Predicción ARIMA vs visitas reales

El forecasting con variables exógenas expande la capacidad predictiva al incorporar información adicional que puede influir en el comportamiento de la variable objetivo. A diferencia de los modelos que se basan únicamente en lags de la variable objetivo, esta estrategia permite aprovechar la disponibilidad de datos relacionados, cuyos valores futuros son conocidos. Esto resulta especialmente relevante en situaciones donde factores como días festivos, el mes del año, el día de la semana o incluso la hora del día pueden tener un impacto significativo en las predicciones.

Por ejemplo (véase Figura 7), al observar el análisis gráfico que muestra una disminución de las visitas a las redes sociales los fines de semana, se puede emplear el día de la semana como variable exógena para mejorar la precisión del modelo. La inclusión de estas variables externas en el proceso de forecasting permite explorar y cuantificar cómo afectan a las predicciones, lo que resulta en modelos más robustos y adecuados para capturar la complejidad de las relaciones en los datos.

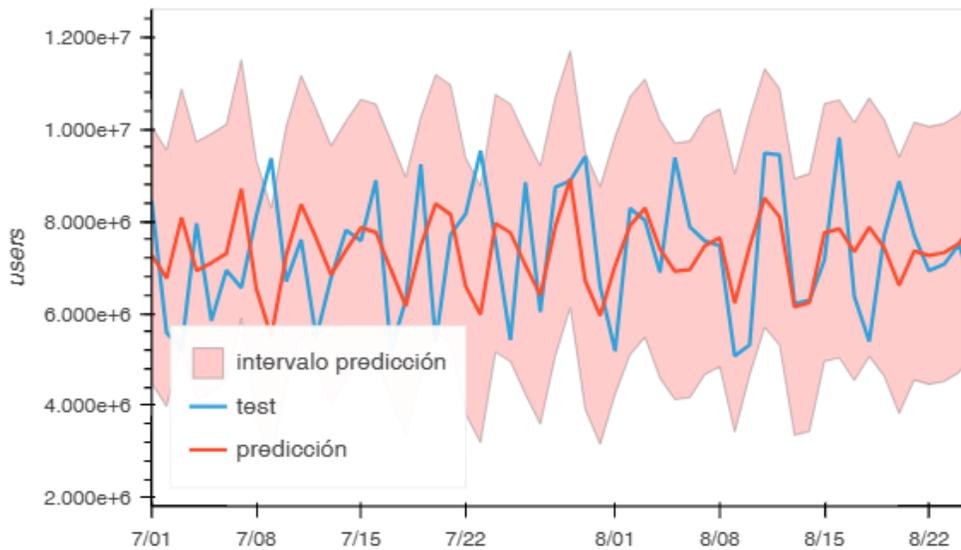


Figura 7. Predicción ARIMA vs visitas reales

4. CONCLUSIONES

El notable crecimiento porcentual de usuarios en las redes sociales en Ecuador durante el período de septiembre de 2022 a mayo de 2023 refleja una tendencia significativa en la adopción y el uso de plataformas digitales en el país. Estos impresionantes incrementos en la base de usuarios muestran la importancia continua de las redes sociales en la vida de las personas, así como su influencia en diversos aspectos de la sociedad ecuatoriana. Facebook 19,99%, Instagram 13,31%, TikTok 32,05%, Spotify 10,71%, LinkedIn 11,43% y Twitter 84,21%. han experimentado un aumento considerable en su número de usuarios, destacando el interés y la participación de la población en estas plataformas. Este fenómeno subraya la creciente relevancia de las redes sociales como canales de comunicación, entretenimiento y networking en Ecuador, lo que tiene importantes implicaciones en áreas como el marketing, la comunicación empresarial y la influencia digital.

La concentración de usuarios mayores de edad en Ecuador, con un total de 14'590.000 personas registradas hasta mayo de 2023, ofrece una visión reveladora de la distribución demográfica en el país. Estos usuarios están repartidos en diversas ciudades, con Guayaquil y Quito liderando la lista con el 19,25% y el 14,23%, respectivamente. La presencia significativa de usuarios en ciudades como Cuenca, Santo Domingo, Machala, Manta, Portoviejo, Ambato, Durán y Riobamba demuestra la pe-

netración de la red social meta en todo el territorio ecuatoriano. Este vasto alcance refleja el impacto de las redes sociales como plataformas de comunicación y participación en la vida cotidiana de las personas en Ecuador y destaca su influencia en una amplia variedad de ámbitos, desde la política hasta el comercio y la cultura.

En el marco de nuestro estudio, es evidente que el modelo ARIMA sobresale al alcanzar un puntaje impresionante en el backtesting, mostrando un valor de 1'102.425,75 frente a 1'139.257,36. Esto destaca la eficacia de ARIMA en la predicción de series temporales y su capacidad para capturar patrones significativos en los datos. No obstante, siempre existe margen para la mejora, y en este contexto, se podrían explorar enfoques adicionales para enriquecer aún más el modelo. Una posible mejora podría ser la incorporación de información sobre si un día es festivo a nivel nacional como predictor, lo que podría ayudar a capturar las variaciones en el comportamiento durante las festividades. Además, la exploración de modelos autorregresivos no lineales, como Random Forest o Gradient Boosting, podría ser beneficioso, ya que estos modelos tienen la capacidad de manejar relaciones más complejas en los datos. Otra opción interesante es el uso de modelos de pronóstico directo de múltiples pasos que proporcionen predicciones a largo plazo en lugar de iteraciones secuenciales, lo que podría adaptarse mejor a ciertas situaciones de series temporales.

Además, aunque ARIMA ha demostrado ser un modelo sólido en este contexto, siempre es prudente explorar alternativas y considerar la incorporación de predictores adicionales para abordar la complejidad de los datos. La elección del modelo óptimo dependerá en última instancia de la naturaleza de los datos y de los objetivos específicos del pronóstico, y la búsqueda de mejoras continuas es esencial para mantener la precisión en el análisis de series temporales.

REFERENCIAS

- Acevedo-Argüello, C., Zabala-Vargas, S., Rojas-Mesa, J., & Guayán-Perdomo, O. (2020). Análisis de Redes Sociales como estrategia para estudiar los Sistemas de Innovación. Revisión sistemática de la literatura. *Revista Interamericana de Investigación Educación y Pedagogía RIIEP*, 13(2), 370–402. <https://doi.org/10.15332/25005421.6238>
- Ashok, K., Rajalakshmi, B., Chaitanya Reddy, K. S., Priyanka Guggulla, G., & Santhosh Krishna, B.

- V. (2023). A Novel Women Safety Analysis and Monitoring System over Social Media using Machine Learning. 2023 3rd International Conference on Intelligent Technologies, CONIT 2023, 1–5. <https://doi.org/10.1109/CONIT59222.2023.10205753>
- Figuerero-Benítez, J. C., González-Quñones, F., & Machin-Mastromatteo, J. D. (2021). Instagram como objeto de estudio en investigaciones recientes. Una revisión de literatura con enfoque en revistas científicas. *Ámbitos. Revista Internacional de Comunicación*, 53(53), 9–23. <https://doi.org/10.12795/ambitos.2021.i53.01>
- Giuntini, F. T., De Moraes, K. L., Cazzolato, M. T., De Fatima Kirchner, L., De Jesus D. Dos Reis, M., Traina, A. J. M., Campbell, A. T., & Ueyama, J. (2021). Modeling and Assessing the Temporal Behavior of Emotional and Depressive User Interactions on Social Networks. *IEEE Access*, 9, 93182–93194. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3091801>
- Informe Estado Digital Ecuador 2023 - Mentinno - Acompañamiento directivo y analítica para negocios. (2023, 29 junio). Mentinno - Acompañamiento directivo y analítica para negocios. <https://www.mentinno.com/informe-estado-digital-ecuador-2023/>
- Luo, T., Cao, Z., Zeng, D., & Zhang, Q. (2022). A Dissemination Model Based on Psychological Theories in Complex Social Networks. *IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems*, 14(2), 519–531. <https://doi.org/10.1109/TCDS.2021.3052824>
- Lupano Perugini, M. L., & Castro Solano, A. (2023). Uso pasivo de redes sociales y malestar psicológico. El rol de la comparación social. *Interdisciplinaria. Revista de Psicología y Ciencias Afines*, 40(2), 543–558. <https://doi.org/10.16888/interd.2023.40.2.31>
- Maqsood, U., Khuhawar, F. Y., Talpur, S., Jaskani, F. H., & Memon, A. A. (2022). Twitter Mining based Forecasting of Cryptocurrency using Sentimental Analysis of Tweets. 2022 Global Conference on Wireless and Optical Technologies, GCWOT 2022, 1–6. <https://doi.org/10.1109/GCWOT53057.2022.9772923>
- Nguyen, L., Yang, Z., Li, J., Pan, Z., Cao, G., & Jin, F. (2022). Forecasting People's Needs in Hurricane Events from Social Network. *IEEE Transactions on Big Data*, 8(1), 229–240. <https://doi.org/10.1109/TBDDATA.2019.2941887>
- Prakhar, K., Sountharajan, S., Suganya, E., Karthiga, M., & Sathis Kumar, B. (2022). Effective Stock Price Prediction using Time Series Forecasting. 2022 6th International Conference on

- Trends in Electronics and Informatics, ICOEI 2022 - Proceedings, Icoei, 1636–1640. <https://doi.org/10.1109/ICOEI53556.2022.9776830>
- Sampedro Guamán, C. R., Palma Rivera, D. P., Machuca Vivar, S. A., & Arrobo Lapo, E. V. (2021). Digital transformation of marketing in small and medium companies through social networks. *Universidad y Sociedad*, 13(3), 484–490.
- Shen, C. Y., Yang, D. N., Lee, W. C., & Chen, M. S. (2022). Activity Organization for Friend-Making Optimization in Online Social Networks. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 34(1), 122–137. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2020.2980516>
- Tejedor, S., Cervi, L., Martínez, F., & Tusa, F. (2021). Principales motivaciones en el uso de redes sociales en estudiantes de Comunicación: perspectiva comparada entre Colombia, Ecuador y España. *Journal of Iberian and Latin American Research*, 27(1), 163–182. <https://doi.org/10.1080/13260219.2021.1947353>
- Wei, X., Xu, G., Wang, H., He, Y., Han, Z., & Wang, W. (2020). Sensing Users' Emotional Intelligence in Social Networks. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 7(1), 103–112. <https://doi.org/10.1109/TCSS.2019.2944687>
- Yuliansyah, H., Othman, Z. A., & Bakar, A. A. (2020). Taxonomy of link prediction for social network analysis: A review. *IEEE Access*, 8(1), 183470–183487. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3029122>

TechMentor: App híbrida que permite la adaptación de la IA en estudiantes de 40 a 60 años en el Instituto Tecnológico Superior Sudamericano de Guayaquil

TechMentor: Hybrid app that allows the adaptation of IA in students aged 40 to 60 at the Instituto Tecnológico Superior Sudamericano de Guayaquil

Joselyne Andramuño Cando¹ 

¹Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Guayaquil, joselyne.andramuno@tecsu.edu.ec, Guayaquil, Ecuador

Autor para correspondencia: joselyne.andramuno@tecsu.edu.ec

RESUMEN

TechMentor es un proyecto enfocado en desarrollar una aplicación híbrida que utiliza inteligencia artificial (IA) para personalizar la experiencia de aprendizaje de estudiantes de 40 a 60 años en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Guayaquil. Se busca diseñar una interfaz intuitiva considerando la diversidad de competencia tecnológica de los usuarios adultos. El desarrollo se divide en fases: levantamiento de información y planificación, diseño de arquitectura con algoritmos de IA, y construcción de un prototipo funcional sometido a pruebas de usabilidad con un grupo piloto. TechMentor destaca la importancia de la adaptación en la educación superior y la necesidad de mejoras continuas para satisfacer las necesidades de los estudiantes y las demandas tecnológicas en evolución constante.

Palabras clave: Educación, Inteligencia Artificial, App híbrida, Adaptación

ABSTRACT

TechMentor is a project focused on developing a hybrid application that uses artificial intelligence (AI) to personalize the learning experience of students aged 40 to 60 at the Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Guayaquil. The aim is to design an intuitive interface considering the diversity of technological competence of adult users. The development is divided into phases: information gathering and planning, architecture design with AI algorithms, and construction of a functional prototype subjected to usability tests with a pilot group. TechMentor highlights the importance of adaptation in higher education and the need for continuous improvements to meet changing student needs and constantly evolving technological demands.

Key words: Education, Artificial Intelligence, Hybrid App, Adaptation

1. INTRODUCCIÓN

La educación superior es un pilar fundamental en el desarrollo de cada individuo y profesional de todas las edades. En las últimas décadas, la tecnología de inteligencia artificial (IA) ha irrumpido en el ámbito educativo, transformando la manera en que los estudiantes acceden al conocimiento y participan en procesos de aprendizaje cada vez más personalizados. En particular, la incorporación de aplicaciones híbridas de IA ha revolucionado la educación superior, permitiendo la adaptación efectiva de estudiantes adultos (Jara & Ochoa, 2020). Este proyecto se basa en un grupo demográfico que abarca edades comprendidas entre los 40 y 60 años. A medida que la población envejece y las expectativas de aprendizaje evolucionan, la adaptación y personalización del proceso educativo se vuelven esenciales. En este contexto, el papel de la IA en la creación de entornos de aprendizaje flexibles y centrados en el estudiante se ha convertido en un campo de investigación y desarrollo de vanguardia (Santamaría & Moreno, 2023). Las tendencias, avances y desafíos clave en esta área se encuentran en constante evolución, por esto es importante la adaptación y personalización del aprendizaje, la accesibilidad multidispositivo, la retroalimentación y evaluación continua, así como los desafíos y oportunidades que plantea la implementación de aplicaciones híbridas de IA para estudiantes adultos en la educación superior. En este proyecto el objetivo principal es proporcionar una visión integral de la evolución de la inteligencia artificial en el contexto educativo, para brindar a educadores, investigadores y responsables de políticas una visión clara de cómo esta tecnología está remodelando la experiencia de aprendizaje de estudiantes adultos en la educación superior y, al mismo tiempo, permitiendo la reflexión sobre las áreas que requieren mayor investigación y desarrollo en el futuro (Vargas, 2021).

Las aplicaciones híbridas que incorporan IA se están convirtiendo como parte de la personalización del aprendizaje para estudiantes adultos en la educación superior. Estas aplicaciones utilizan algoritmos de aprendizaje automático para analizar el progreso del estudiante y ofrecer contenido educativo adaptado a sus necesidades y ritmo de aprendizaje. Esto ha demostrado ser especialmente beneficioso para estudiantes adultos que van desde los 40 a 60 años y se encuentran cursando una carrera a nivel de educación superior (Acosta Adames, 2021).

La adaptación de estudiantes mayores en la educación superior implica considerar la diversidad de dispositivos y niveles de competencia tecnológica. Las aplicaciones híbridas se han desarrollado para funcionar en dispositivos móviles, tabletas y computadoras, lo que permite a los estudiantes acceder al contenido de aprendizaje desde cualquier lugar y en cualquier momento. Estas aplicaciones nacen con la finalidad de permitir al usuario navegar dentro del sistema desde el dispositivo que le sea más cómodo y útil sin perder ninguna de sus funciones y sin dejar de ser responsive. Además, estas aplicaciones suelen tener interfaces intuitivas y funciones de accesibilidad para garantizar que los estudiantes de todas las edades puedan utilizarlas de manera efectiva (Morera, s. f.). Las aplicaciones híbridas también facilitan la retroalimentación constante y la evaluación del progreso del estudiante. La IA permite el seguimiento en tiempo real del rendimiento del estudiante y la identificación de áreas de mejora. Esto contribuye a un proceso de aprendizaje más efectivo y permite a los estudiantes adultos medir su avance de manera significativa (Herrera, 2021).

Existen desafíos en la implementación de aplicaciones híbridas de IA para estudiantes adultos en la educación superior. Estos incluyen la necesidad de una mayor investigación en la adaptación de contenido para diferentes campos académicos y la participación de los estudiantes en entornos virtuales de aprendizaje. Por este motivo el objetivo general de este proyecto es proponer una solución basada en una aplicación híbrida de alta calidad que utilice la inteligencia artificial (IA) para facilitar la adaptación efectiva de estudiantes de 40 a 60 años en el entorno de la educación superior, promoviendo el aprendizaje personalizado y el acceso a recursos educativos de manera flexible. Por esto se plantea la siguiente pregunta de investigación.

¿De qué manera ayuda TechMentor la app híbrida que permite la adaptación de la IA en estudiantes de 40 a 60 años del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Guayaquil?

2. MATERIALES Y METODOLOGÍA

En esta sección se describe la metodología que se requiere para poder elaborar la app híbrida, adicional, se enuncian los materiales que se requieren dentro del proyecto de investigación.

Metodología

La metodología de este proyecto se divide en tres partes: la fase inicial, la fase de desarrollo y la fase de entrega o final. A continuación, se describe el contenido de cada fase, este proyecto se encuentra en la etapa inicial.

1. Fase Inicial:

a) Análisis Inicial

Realizar una revisión exhaustiva de la literatura académica y técnica relacionada con la educación, las deficiencias y desafíos en los adultos, la adaptación de IA con las aplicaciones híbridas, para conocer el avance tecnológico que se tiene al momento.

b) Desarrollo de la Aplicación-a:

Realizar un calendario de actividades para establecer un tiempo de entrega de cada actividad y así no extender el proyecto en tiempos redundantes.

Determinar la tecnología híbrida que permite el desarrollo de la aplicación y el algoritmo de IA.

2. Fase De Desarrollo:

c) Desarrollo de la Aplicación-b:

Integrar algoritmos de IA para la adaptación y personalización del contenido educativo.

Utilizar una tecnología híbrida para el desarrollo que permita la compatibilidad con múltiples dispositivos, como Flutter.

Integrar algoritmos de IA para la adaptación y personalización del contenido educativo.

d) Diseño de la Aplicación:

Diseñar una interfaz de usuario intuitiva y accesible que tenga en cuenta las preferencias de los usuarios adultos y su diversidad en competencia tecnológica.

3. Fase De Desarrollo:

e) Pruebas y Validación:

Realizar pruebas de eficiencia con un grupo de estudiantes de 40 a 60 años para obtener una retroalimentación acerca de la interfaz de usuario y la experiencia de aprendizaje.

Realizar pruebas de funcionalidad en varios dispositivos para verificar que la app responde adecuadamente a los diferentes sistemas operativos.

f) Implementación de Medidas de Seguridad y Privacidad:

Garantizar la seguridad de los datos de los usuarios y cumplir con las regulaciones de privacidad, y protección de datos.

g) Evaluación del Rendimiento:

Establecer métricas de rendimiento para evaluar la eficacia de la aplicación en base a la adaptación, y satisfacción del usuario.

Recopilar información para realizar un proceso ETL y así analizar los datos de uso y los comentarios proporcionados por los usuarios, para implementar mejoras en las futuras actualizaciones.

h) Lanzamiento y Seguimiento Continuo:

Lanzar la aplicación en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Guayaquil y realizar un seguimiento continuo del rendimiento, aplicando actualizaciones y mejoras según sea necesario.

Esta metodología se la realiza en base a los requerimientos del proyecto para el desarrollo de la aplicación y así se garantiza un enfoque centrado en las necesidades de los estudiantes adultos de 40 a 60 años en la educación superior.

Materiales

Para desarrollar la aplicación híbrida que permite la adaptación de IA para estudiantes de 40 a 60

años, se requieren de los siguientes materiales y recursos que se describen a continuación:

Hardware:

Computadores de alta eficiencia con un procesador Intel 5 o Ryzen 5 para el desarrollo y pruebas de la aplicación.

Dispositivos móviles y tablets de ambos sistemas operativos Android y IOS para pruebas de compatibilidad.

Servidores y almacenamiento en la nube para alojar los datos de la aplicación y los datos.

Software:

Flutter como herramienta de desarrollo de aplicaciones híbridas.

Librerías de código abierto como TensorFlow y PyTorch para el desarrollo de algoritmos de adaptación, destinadas al uso en Machine Learning e Inteligencia Artificial.

Herramientas para el diseño de interfaces de usuario, como Figma.

Sistemas de gestión de bases de datos en SQL para almacenar datos de usuarios y contenidos educativos.

Software de seguridad y protección de datos para garantizar la privacidad de los usuarios.

Recursos Humanos:

Desarrolladores de aplicaciones móviles con experiencia en tecnologías híbridas.

Ingenieros de software especializados en inteligencia artificial y aprendizaje automático.

Diseñadores de interfaces de usuario.

Estudiantes de 40 a 60 años del Instituto Tecnológico Sudamericano de Guayaquil para pruebas y

adquisición de retroalimentación por parte de cada uno, en base a la experiencia con la app.

Contenido Educativo:

Material educativo relevante para el público objetivo de estudiantes de 40 a 60 años.

Contenidos de cursos, lecciones, ejercicios y evaluaciones que serán integrados en la aplicación.

Datos de Usuario de Prueba:

Datos de prueba simulados para evaluar el funcionamiento de la aplicación.

Información de prueba de los estudiantes de 40 a 60 años del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Guayaquil para realizar pruebas y simulaciones.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mejora en la Adaptación de Estudiantes: Se espera que la aplicación híbrida de IA permita que exista una mejora en la adaptación de los estudiantes de 40 a 60 años del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Guayaquil en cada una de sus carreras. Esto se medirá mediante las tasas de retención más altas en un periodo de tiempo de 1- 3 años y una menor tasa de deserción.

Asegurar un Aprendizaje personalizado: La implementación de los algoritmos de IA que se van a escoger para la adaptación y personalización del contenido educativo deben permitir un aprendizaje más efectivo y significativo. Se espera que cada estudiante logre un progreso más rápido y un mejor desempeño académico. Sin que la tecnología sea un impedimento para su evolución académica.

Satisfacción del Estudiante: La satisfacción del estudiante es esencial para el éxito de este proyecto. Se anticipa que los usuarios adultos expresen altos niveles de satisfacción con la accesibilidad de la aplicación, la interfaz de usuario intuitiva y la experiencia de aprendizaje personalizada.

Retroalimentación Continua y Mejora: La retroalimentación que se va a obtener de los estudiantes y las métricas de rendimiento proporcionarán información valiosa para la mejora continua de la aplicación.

Los resultados de la primera fase o la inicial se presentan en la imagen 1, en la que se muestra un Roadmap del proyecto en la que está organizado de tal manera que se pueda cumplir en un plazo de 3 años.

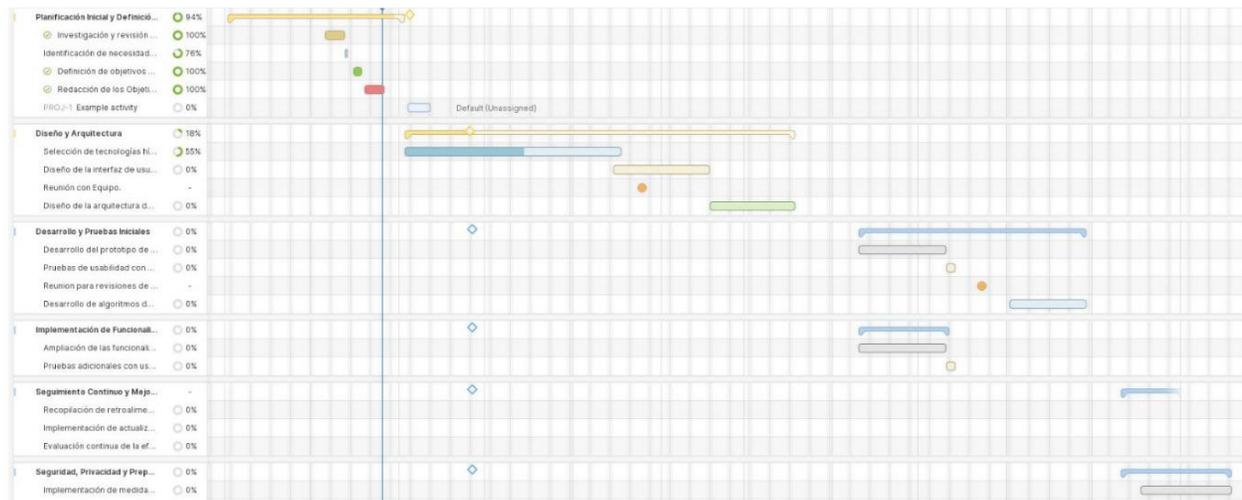


Figura 1. Roadmap del Proceso de Desarrollo del Proyecto: TechMentor

Es importante debatir acerca de cómo la aplicación ha impactado positivamente en la educación de los estudiantes de 40 a 60 años del Tecnológico Sudamericano en el entorno de la educación superior, al utilizar la app híbrida denominada TechMentor. Así también es relevante analizar los desafíos enfrentados durante el desarrollo y la implementación de la aplicación. Esto se lo tiene para tener una base de lecciones aprendidas y corregir en las futuras actualizaciones. Se discutirá la efectividad de las librerías de código abierto de inteligencia artificial utilizados para adaptar el contenido educativo. Se evaluará cómo la IA ha contribuido a un aprendizaje más individualizado. Se abordarán las medidas de seguridad y privacidad implementadas y cómo han protegido los datos de los usuarios. Se discutirá el cumplimiento de regulaciones y normativas. Se ofrecerán recomendaciones para futuras expansiones y mejoras de la aplicación. Se identificarán áreas de investigación adicional, como la integración de nuevas tecnologías emergentes o la adaptación a otros grupos demográficos.

Es importante debatir acerca de cómo la aplicación ha impactado positivamente en la educación de los estudiantes de 40 a 60 años del Tecnológico Sudamericano en el entorno de la educación superior, al utilizar la app híbrida denominada TechMentor. Así también es relevante analizar los desafíos enfrentados durante

el desarrollo y la implementación de la aplicación. Esto se lo tiene para tener una base de lecciones aprendidas y corregir en las futuras actualizaciones. Se discutirá la efectividad de las librerías de código abierto de inteligencia artificial utilizados para adaptar el contenido educativo. Se evaluará cómo la IA ha contribuido a un aprendizaje más individualizado. Se abordarán las medidas de seguridad y privacidad implementadas y cómo han protegido los datos de los usuarios. Se discutirá el cumplimiento de regulaciones y normativas. Se ofrecerán recomendaciones para futuras expansiones y mejoras de la aplicación. Se identificarán áreas de investigación adicional, como la integración de nuevas tecnologías emergentes o la adaptación a otros grupos demográficos.

Para implementar el proyecto se tiene el presupuesto que se va a invertir en los recursos humanos que se necesitan para el desarrollo de la app híbrida que permite la adaptación de la IA en los estudiantes de 40 a 60 años en el Tecnológico Sudamericano. A continuación, se presenta en la tabla 1 que incluye el recurso, la cantidad y el total que se debe invertir en salarios, definiendo que el proyecto va a durar un aproximado de 2 años.

Tabla 1. Presupuesto – Recursos Humanos.

Recurso	Cantidad	Sueldo
Ingeniero de Software	1	1000
Desarrolladores de Software	4	500
Total	5	3000

La implementación de la infraestructura hardware implica tener en cuenta diversos elementos, desde servidores y estaciones de trabajo hasta dispositivos de almacenamiento y redes. A continuación, se presenta en la tabla 2 un presupuesto que incluye estos elementos con precios aproximados.

Tabla 2. Presupuesto-Infraestructura

Recurso	Cantidad	Costo Total
Servidores	2	1000
Estaciones de Trabajo	4	500
Dispositivos Móviles y Tablets	15	11000
Equipamiento de Red	1	10000
Sistemas de Seguridad	1	8000
Licencias de Software	-	15000
Total, de Implementación	-	45500

El diseño piloto de la aplicación web de TechMentor se lo presenta en el siguiente mockup que aparece en la figura 2, en el que se muestra cómo se vería la página de inicio que presenta una interfaz limpia y acogedora, con un diseño sencillo y secciones bien organizadas. Incluiría una barra de navegación en la parte superior para acceder a las distintas secciones de la aplicación, como “Inicio”, “Cursos”, “Perfil” y “Configuración”. En el centro, se destacaría un área de bienvenida con el nombre de la aplicación web y un botón para comenzar el aprendizaje.



Figura 2. Pantalla – Inicio TechMentor

La app híbrida tiene esta distribución:

Sección de Cursos: La sección de cursos mostraría una lista de cursos disponibles con imágenes atractivas y descripciones breves. Cada curso tendría un botón claro para unirse o comenzar, y se proporcionaría información sobre la duración estimada del curso y la dificultad. Se incorporaría un filtro para clasificar los cursos por categorías relevantes para estudiantes adultos.

Perfil del Usuario: La sección del perfil del usuario permitiría a los estudiantes ver su progreso, completar y pendiente, y acceder a su historial. También tendrían la opción de ajustar las preferencias de aprendizaje, como la velocidad de adaptación, el tipo de contenido preferido y las notificaciones.

Página de Configuración: La página de configuración ofrecería opciones para personalizar la experiencia del usuario. Esto incluiría ajustes de accesibilidad, preferencias de notificación y configuración de la cuenta. Se destacaría la importancia de la privacidad y la seguridad de los datos, con opciones claras para gestionar la información personal.

Página de cada Curso: Dentro de un curso, el diseño se centraría en la simplicidad. Se presentarían lecciones de manera clara y se proporcionarían herramientas de interacción,

como cuestionarios y foros de discusión. La navegación sería intuitiva, permitiendo a los estudiantes avanzar y retroceder fácilmente entre las lecciones. Página de Resultados y Retroalimentación: Después de completar una lección o un curso, los estudiantes serían dirigidos a una página de resultados que mostraría su progreso, logros y cualquier área de mejora. Se alentaría la retroalimentación para mejorar la experiencia de aprendizaje. En la figura 3, se muestra la parte final de la página central con un botón que indica ver más que va a redireccionar a la sección de cursos que posee la app.



Figura 3. Pantalla – Redireccionamiento TechMentor

Desarrollo de Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo de TechMentor, la aplicación híbrida que incorpora la inteligencia artificial para estudiantes de 40 a 60 años, se presenta descrita de manera general de la siguiente manera:

1. Inicio:

La aplicación se inicia con la pantalla de bienvenida.

2. Registro o Inicio de Sesión:

El usuario puede registrarse si es nuevo o iniciar sesión si ya tiene una cuenta.

3. Perfil de Usuario:

Se presenta al usuario un formulario para crear o completar su perfil. La aplicación recopila datos como edad, preferencias de aprendizaje y nivel de experiencia tecnológica.

4. Exploración de Contenidos:

Después de iniciar sesión, el usuario accede a la sección de exploración de contenidos. Aquí, la IA recomienda cursos y materiales educativos basándose en el perfil del usuario.

5. Selección de Curso:

El usuario elige un curso de su interés o explora diferentes opciones.

6. Levantamiento de Información:

La aplicación recopila información sobre cómo el usuario interactúa con el contenido, como el tiempo dedicado a cada lección y los temas que encuentra más atractivos.

7. Planificación Personalizada:

Basándose en la información recopilada, la IA crea un plan de estudio personalizado para el usuario, adaptándose a su estilo de aprendizaje y preferencias.

8. Finalización:

El usuario puede comenzar a utilizar la aplicación de manera efectiva, beneficiándose de una experiencia de aprendizaje personalizada y adaptativa.

Este diagrama de flujo refleja el ciclo desde el registro hasta el uso efectivo de TechMentor, destacando la integración de la IA para mejorar la experiencia educativa de los estudiantes de 40 a 60 años, esto se muestra en la figura 4. A manera de desarrollo de la app el diagrama de flujo se lo realiza en inglés.

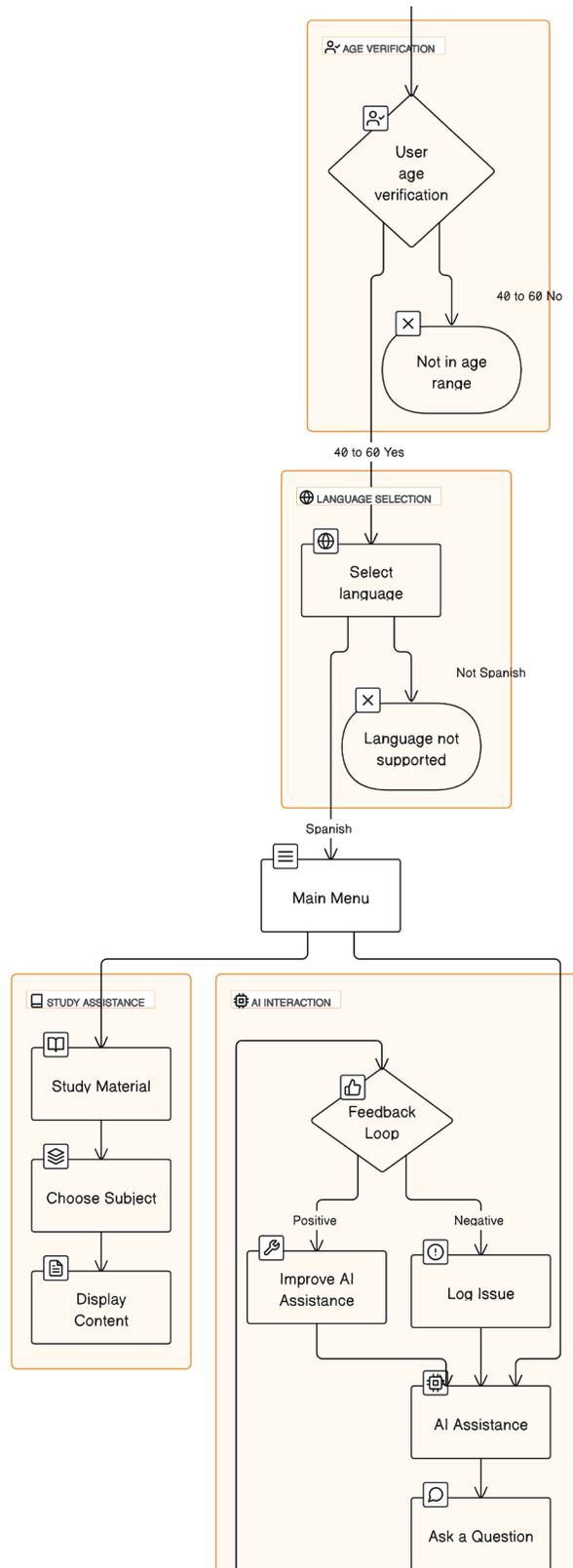


Figura 4. Diagrama de los datos

Desarrollo de Arquitectura de IA con la Nube:

El desarrollo de la arquitectura de inteligencia artificial, integra algoritmos que personalizan la experiencia de aprendizaje y se adaptan a las preferencias del usuario. Esto se puede observar en la figura 5.

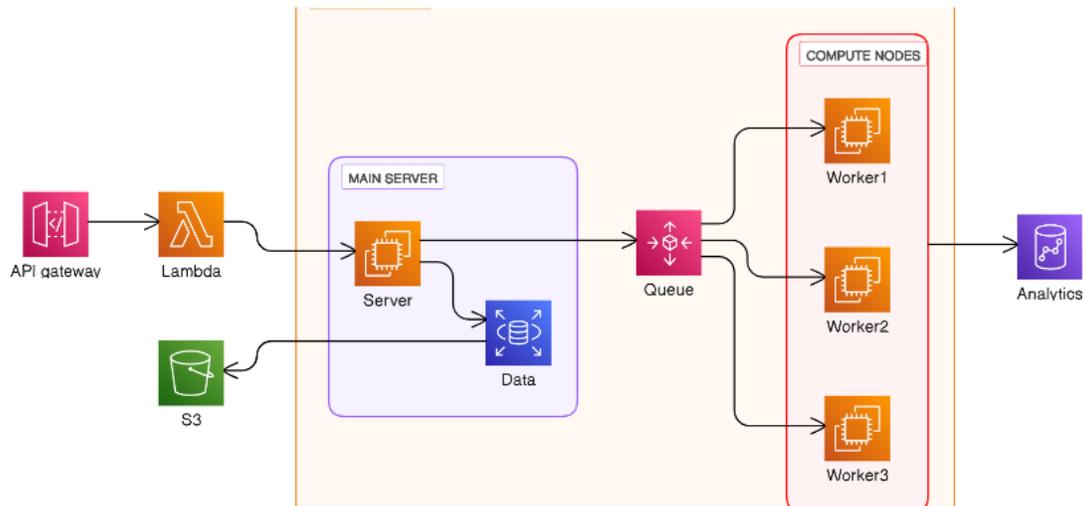


Figura 5. Arquitectura – TechMentor

Diagrama Entidad - Relación:

El diagrama de entidad-relación de TechMentor, la aplicación híbrida con IA para estudiantes de 40 a 60 años, comprende entidades clave y sus relaciones. La entidad Usuario, con atributos como ID, Nombre y Preferencias, se vincula a Actividades de Aprendizaje y Feedback. Cursos, con detalles como ID y Descripción, están asociados con las Actividades. La Inteligencia Artificial, representada por Algoritmos de IA, se asocia con Actividades. Entidades auxiliares, como Plan de Estudio, están conectadas a Usuarios. Este diagrama proporciona una visión integral de la estructura de datos, abarcando usuarios, cursos, interacciones y la integración de IA, esencial para el desarrollo y la eficacia de TechMentor.

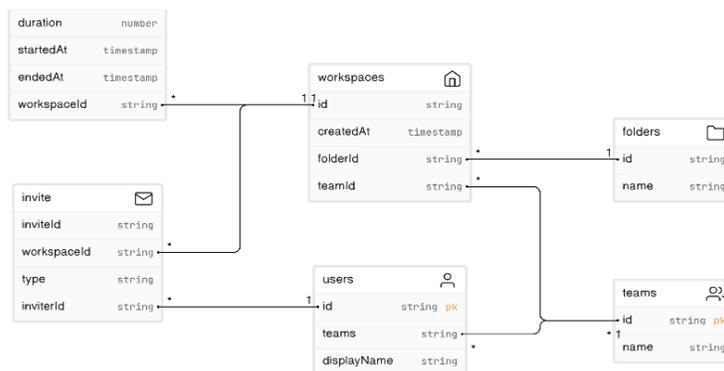


Figura 6. Entidad / Relación– TechMentor

4. CONCLUSIONES

El proyecto TechMentor: Desarrollo de una aplicación híbrida que utiliza la inteligencia artificial para adaptar el aprendizaje de estudiantes de 40 a 60 años en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Guayaquil; es un proyecto que se encuentra en la primera fase de levantamiento de información, ideas de diseño, planificación general, verificación de presupuesto para cada necesidad, con esto se espera que logre ser una herramienta efectiva para adaptar el contenido educativo y personalizar la experiencia de aprendizaje de cada uno de los estudiantes que la utilicen, se espera así disminuir la brecha digital o analfabetismo digital que existe en este grupo etario. Se espera que la app tenga una mejora notable en la retención y el progreso académico. Para esto es importante conocer las necesidades de este grupo etario, como son la falta de conocimiento acerca de ofimática, usos de herramientas digitales, o la falta de experiencia con un computador. Esto se lo utiliza para construir una app que contenga una interfaz intuitiva y que sea de fácil acceso a la aplicación.

Se espera tener éxito en el proyecto al implementar librerías de código abierto diseñadas para inteligencia artificial, este tipo de librerías permiten la adaptación en tiempo real, identificar áreas de mejora y así ofrecer a los estudiantes recomendaciones personalizadas, lo que contribuye a una mayor satisfacción y efectividad en el proceso de aprendizaje. El Roadmap inicial demostró la necesidad de una flexibilidad significativa en el proceso de desarrollo para abordar las cambiantes necesidades de los usuarios y las tecnologías emergentes.

Este proyecto se encuentra en un 20% de avance, debido a que la fase inicial o la primera etapa de desarrollo se encuentra en 94%, con este levantamiento de información y planificación se pretende tener éxito en la mejora de la experiencia educativa. Esta app es un paso en el camino de la transformación digital, y la mejora continua para ofrecer un servicio de calidad a cada estudiante para que se preparen a un mundo laboral muy competitivo y en constante cambio. Esta app resalta la importancia de la adaptación, la personalización y la seguridad de los datos en la educación superior, y subrayan la necesidad de una mejora en respuesta a las necesidades cambiantes de los estudiantes y las demandas tecnológicas en constante evolución.

REFERENCIAS

- Acosta Adames, A. D. (2021). Inteligencia artificial y el proceso de enseñanza virtual a nivel universitario. <https://repositorio.umecit.edu.pa/handle/001/4662>
- Herrera, M. del P. U. (2021). La misión del docente: Inclusión de la inteligencia artificial (IA) como reto en las carreras del sistema enseñanza superior. *Revista Académica Institucional*, 3(2), Article 2.
- Jara, I., & Ochoa, J. M. (2020). Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación. Inter- American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0002380>
- Morera, O. (s. f.). ANÁLISIS DE APLICACIONES HIBRIDAS PARA ENTORNOS EDUCATIVOS. 53.
- Santamaría, J., & Moreno, E. (2023). El Despertar de la Inteligencia Artificial: Implicaciones para la Competencia Investigadora en Educación.
- Vargas, J. Q. (2021). Revisión, recopilación y síntesis del articulado sobre la inteligencia artificial, educación superior sus fortalezas y amenazas. *Revista Académica Institucional*, 3(2), Article 2.

Prototipo para la detección y clasificación de productos alimenticios mediante visión artificial en base al color

Prototype for the detection and classification of food products using artificial vision based on color

Lucio Orlando Villarreal Ger¹ 

¹Instituto Superior Tecnológico Vicente Fierro, lvillarreal@institutovicentefierro.edu.ec, Tulcán, Ecuador

Autor para correspondencia: lovgycea@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo muestra un prototipo que aplica la visión artificial como una herramienta útil en los procesos de manufactura que requieren clasificar sus productos, ya sea por defectos, cumplimiento de normas, por característica como peso, contorno, color, en general para el control de la calidad de los productos. El proyecto tiene como objetivo desarrollar un prototipo para la detección y clasificación de productos alimenticios mediante visión artificial tomando como referencia el color. Para el desarrollo del proyecto, al ser de tipo experimental, se procede a escoger los componentes para el diseño del prototipo, así como la característica del objeto que se requiere controlar, en este caso, el color; la siguiente etapa es configurar un algoritmo que permita que el prototipo detecte la característica elegida del objeto; para este propósito, el lenguaje de programación utilizado es Python, que se rige bajo licencia de software libre y cuenta entre otras librería, OpenCV, una biblioteca de visión por computador de código abierto que tiene 500 funciones y alrededor de 2500 algoritmos; en la siguiente fase se integran los componentes del prototipo: cámara web, fuente de iluminación, computador o mini controlador, software de procesamiento de imágenes, pantalla de visualización. Se realiza pruebas en tiempo real para validar el prototipo, resultando en un prototipo funcional de acuerdo al objetivo planteado. Esto permite concluir que los sistemas de detección de defectos o de control de calidad basados en visión artificial pueden adaptarse a los procesos de manufactura, mejorando su productividad y competitividad.

Palabras clave: Algoritmo, Control de calidad, Prototipo, Visión artificial

ABSTRACT

This work showcases a prototype that uses artificial vision to enhance manufacturing processes that require the classification of products. This can include detecting defects, ensuring compliance with standards, and categorizing products based on characteristics such as weight, contour, and color. The project aims to develop a prototype for the detection and classification of food products using artificial vision, where color serves as a reference point. To develop the prototype, the components for the design are chosen, and the characteristics of the object to be controlled are identified. In this case, the chosen characteristic is color. An algorithm is then created to enable the prototype to detect

the object's feature. For this purpose, the programming language Python is used, which is governed by a free software license and has a library called OpenCV. OpenCV is an open-source computer vision library that contains around 2,500 algorithms and 500 functions. In the next stage, the prototype components, including a web camera, lighting source, computer or mini controller, image processing software, and display screen, are integrated. Real-time tests are conducted to validate the prototype, resulting in a functional prototype that meets the stated objective. This proves that artificial vision-based quality control systems can be adapted to manufacturing processes, leading to improved productivity and competitiveness.

Keywords: Algorithm; Quality control; Prototype; Computer vision

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las industrias que fabrican productos buscan estar a la vanguardia en el uso de tecnologías que mejoren la calidad de sus procesos y de sus productos, reducir costos y aumentar las utilidades, una de las soluciones tecnológicas que más evolución ha tenido en los últimos años son los sistemas de visión artificial por computadora (Icaza, 2019); en el caso de procesos industriales por ejemplo, éstos generalmente requieren la automatización de un sistema de visión artificial, para verificar que los productos manufacturados, frutas, vegetales cumplan con ciertos criterios de calidad previamente establecidos, evitando los defectos de producción, impurezas no deseadas, mala apariencia de los productos (Barriga, 2006; De la Fuente, 2012).

La inspección visual manual es un método comúnmente utilizado para detectar defectos en los productos, pero puede ser costoso y lento. Además, puede haber errores humanos que afecten la precisión de la inspección (Alpízar & Fernández, 2021). Por lo tanto, el control de calidad en los procesos de producción, es un requisito indispensable sino básico en la actualidad, Como parte de la inteligencia artificial, la visión artificial permite mejorar el control en la calidad de los productos de una manera rápida y precisa, además de reducir costos, en comparación con la inspección visual.

Mediante el presente trabajo se pretende desarrollar un prototipo para la detección y clasificación de productos alimenticios mediante visión artificial tomando como referencia el color. Se eligió como característica a detectar el color con fines didácticos, ya que cualquier característica dependiendo del tipo de negocio puede ser configurada para ser detectada. Lo importante es la selección de los compo-

nentes adecuados tanto hardware como software, de manera que puedan integrarse en un solo sistema que funcione de manera coordinada con el sistema de producción y cuyos resultados puedan obtenerse en tiempo real.

El potencial que tiene la visión artificial para su uso en diferentes ámbitos de la industria y el comercio, está fundamentado en la experiencia que tienen las grandes industrias y cuyos beneficios han sido evidentes en varios aspectos, entre los más relevantes podemos citar:

Mayor precisión y velocidad que la inspección visual manual; reducción de costos: pues la detección automática de defectos ayuda a prevenir la producción de productos defectuosos, lo que reduce los costos de retrabajo y los costos de garantía (Alpizar y Fernández, 2021); mejora de la eficiencia: la visión artificial permite la inspección en tiempo real y la detección rápida de defectos, lo que mejora la eficiencia del proceso de control de calidad y ayuda a reducir el tiempo de inactividad (Alpizar y Fernández, 2021); flexibilidad: la visión artificial puede ser configurada para detectar una amplia gama de defectos y puede ser adaptada a diferentes tipos de productos y procesos de manufactura (Ayo y Moreno, 2021); mejora de la calidad del producto: la implementación del control de calidad mediante visión artificial ayuda a garantizar que los productos fabricados cumplan con las especificaciones de diseño y los requisitos de calidad, lo que mejora la calidad del producto y la satisfacción del cliente (Olano, 2019).

Los conocimientos que se requiere para el diseño de un sistema de control de calidad basado en visión artificial, caen en el ámbito de la informática y electrónica, disciplinas que son parte de la malla curricular de la carrera de Tecnología Superior en Electricidad del Instituto Superior Tecnológico Vicente Fierro.

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó el lenguaje de programación Python 3.10.10 el cual incorpora librerías diseñadas para este tipo de proyectos. Según Del Pianta (2020), Python es uno de los lenguajes de programación más populares y versátiles en la actualidad, especialmente para proyectos de inteligencia artificial y visión por computadora, cuenta con una gran cantidad de bibliotecas de visión por computadora como OpenCV, Scikit-image, Pillow, entre otras, que facilitan el procesamiento de imágenes y el reconocimiento de patrones. Estas bibliotecas permiten la detección de colores,

formas y objetos en las imágenes, lo que resulta útil en un sistema de control de calidad basado en visión artificial.

Asimismo, Python se puede integrar fácilmente con otros lenguajes de programación y herramientas, lo que lo hace ideal para proyectos que requieren la colaboración de diferentes equipos y tecnologías (Ayo y Moreno, 2021), en el presente trabajo, la integración con el microprocesador Arduino, no requirió de mayor complejidad.

El prototipo diseñado, permite tener una clara comprensión del potencial de uso de la visión artificial, en las pequeñas y medianas empresas que existen en la zona de influencia del IST Vicente Fierro, a costos relativamente asequibles, esto debido a que en la actualidad existe una gran variedad de aplicaciones de licencia libre que permiten integrarse con cualquier sistema de producción o de control de procesos, de acuerdo a las necesidades del negocio.

Al diseñar un sistema de visión artificial, resulta imprescindible la realización de pruebas a fin de calibrar los instrumentos y componentes, bajar la incertidumbre en la detección de defectos, para garantizar el control de calidad de los productos.

El objetivo general del presente trabajo fue desarrollar un prototipo para la detección y clasificación de productos alimenticios mediante visión artificial tomando como referencia el color. Entre los objetivos específicos que se establecieron están: configurar el algoritmo de detección de característica del producto, integrar los componentes del sistema de visión artificial para la detección de características del producto y verificar la eficacia del prototipo de visión artificial mediante la realización de pruebas.

2. METODOLOGÍA Y MATERIALES

Para llevar a cabo este proyecto de tipo experimental, las siguientes fases fueron necesarias:

Fase 1: elección de los componentes del sistema y del software

Según Mendoza y Salazar (2019), Para diseñar un sistema de control de calidad en un proceso de manufactura mediante visión artificial básico, se pueden utilizar los siguientes componentes: cámara, sistema de iluminación, computadora o microcontrolador, software de procesamiento de imágenes,

pantalla de visualización. Se describe a continuación las variables que deben considerarse para la elección de cada uno de los componentes del sistema:

Cámara: para capturar imágenes de los productos durante el proceso de fabricación, algunas de las características que deben considerarse al elegir una cámara para este propósito son: resolución: la resolución de la cámara debe ser suficientemente alta para capturar imágenes de alta calidad y permitir la detección de defectos. Velocidad de captura: la cámara debe ser capaz de capturar imágenes con la suficiente frecuencia para permitir el control en tiempo real del proceso de manufactura. Sensibilidad a la luz: la sensibilidad a la luz de la cámara debe ser adecuada para la iluminación disponible en el entorno de trabajo. Tamaño y formato de la cámara: el tamaño y formato de la cámara deben ser compatibles con las necesidades específicas de la aplicación o el software utilizado. Algunos tipos comunes de cámaras utilizadas para el control de calidad en proceso de manufactura mediante visión artificial incluyen cámaras CCD (dispositivo de carga acoplada) y cámaras CMOS (sensor de imagen complementario de metal-óxido-semiconductor). Las cámaras de alta velocidad y las cámaras infrarrojas también pueden ser utilizadas en algunas aplicaciones específicas (Del Pianta, 2020).

Iluminación: para mejorar la calidad y claridad de las imágenes capturadas por la cámara; una iluminación adecuada puede mejorar la capacidad de la cámara para detectar y clasificar los objetos según su calidad, ya que puede resaltar las características importantes de los objetos y permitir una mejor diferenciación entre los objetos buenos y defectuosos (Del Pianta, 2020). Existen diferentes tipos de iluminación, como la iluminación de luz difusa, la iluminación de luz directa, la iluminación de luz polarizada y la iluminación de luz infrarroja. Cada tipo de iluminación tiene sus propias ventajas y desventajas, y debe ser seleccionado de acuerdo con las necesidades específicas de la aplicación y las características de los objetos a inspeccionar (Del Pianta, 2020). En general, es proporcionar una iluminación uniforme y controlada, que permita obtener imágenes de alta calidad y precisión para la inspección y clasificación de objetos en la línea de producción. Computadora o microcontrolador: para procesar las imágenes capturadas y llevar a cabo los algoritmos de visión artificial necesarios para detectar defectos y clasificar los productos., la elección del tipo de computadora o microcontrolador depende del alcance y complejidad de la aplicación de control de calidad: para aplicaciones de visión artificial más sencillas, como el control de calidad de piezas pequeñas y la clasificación

de productos según su forma o color, se pueden utilizar microcontroladores de bajo costo como el Arduino o el Raspberry Pi, que son fáciles de programar y pueden realizar tareas de procesamiento de imágenes en tiempo real (Del Pianta, 2020). Para aplicaciones más complejas que involucran un mayor procesamiento de imágenes y análisis de datos, se pueden utilizar computadoras con una mayor capacidad de procesamiento y memoria, como las PC industriales o las computadoras embebidas. Estas computadoras son capaces de manejar grandes cantidades de datos en tiempo real y realizar análisis de imágenes más complejos. Es importante seleccionar el tipo de hardware adecuado para garantizar un rendimiento óptimo y una precisión en la inspección y clasificación de los objetos (Mendoza y Salazar, 2019).

Software: Para procesar las imágenes y llevar a cabo las operaciones de segmentación, detección de bordes y clasificación, el software que permite enlazar y ejecutar la programación del sistema, debe considerar lo siguiente: procesamiento de imágenes: se utiliza para capturar imágenes de los productos en el proceso de fabricación y procesarlas para detectar defectos o variaciones. Análisis de imagen: se utiliza para analizar y medir características específicas de los productos, como dimensiones, forma, color, textura y patrones. Reconocimiento de patrones: se utiliza para detectar patrones y anomalías en las imágenes de los productos y en los datos de producción. Aprendizaje automático: se utiliza para entrenar a los sistemas de visión artificial en la detección de defectos y en la toma de decisiones basadas en los datos de producción (Del Pianta, 2020). En general, la combinación de estos diferentes tipos de software permite el control de calidad en el proceso de manufactura, de manera más eficiente y precisa y por lo tanto la satisfacción del cliente. Hay algunos softwares de visión artificial gratuitos que se pueden utilizar, aunque su funcionalidad y capacidades pueden ser más limitadas que las de las soluciones comerciales. Algunos ejemplos son: OpenCV: es una biblioteca de código abierto que se utiliza para el procesamiento de imágenes y la visión artificial en una amplia variedad de aplicaciones (De la Torre, 2022). Si bien no está diseñada específicamente para el control de calidad en la manufactura, se puede utilizar para desarrollar algoritmos de detección de defectos y análisis de imágenes (Ayo y Moreno, 2021). ImageJ: es un programa gratuito y de código abierto para el procesamiento y análisis de imágenes, que se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones de investigación científica y médica. También se puede utilizar para el análisis de imágenes en el control de calidad en la manu-

factura (Del Pianta, 2020). VVVV: es una herramienta de programación visual gratuita y de código abierto que se utiliza para el desarrollo de aplicaciones de visión artificial y multimedia. Puede ser utilizado para desarrollar sistemas de control de calidad en la manufactura mediante la integración de cámaras y algoritmos de procesamiento de imágenes (Del Pianta, 2020). Processing: es un software de programación gráfica utilizado para el desarrollo de aplicaciones creativas, educativas y científicas. Processing se puede utilizar con Arduino para desarrollar soluciones de visión artificial para el control de calidad (Ayo y Moreno, 2021).

Pantalla de visualización: para mostrar los resultados del proceso de inspección y control de calidad. La pantalla de visualización en el proceso de inspección y control de calidad es un componente importante que se utiliza para mostrar los resultados del proceso de inspección y control de calidad. Es una pantalla de visualización en tiempo real que muestra las imágenes capturadas por el sistema de visión artificial y los resultados de análisis de imágenes, permitiendo a los operadores y técnicos ver los resultados del proceso de inspección de manera clara y fácil de interpretar (Del Pianta, 2020), la pantalla de visualización puede mostrar una variedad de información, incluyendo imágenes en tiempo real de los productos en proceso de fabricación, los resultados de análisis de imágenes, los datos de calidad y cualquier otro tipo de información relevante para el control de calidad en el proceso de manufactura (Mendoza y Salazar, 2019). La pantalla de visualización puede ser una parte importante de un sistema de visión artificial más amplio, que puede incluir hardware de captura de imágenes, software de procesamiento de imágenes y algoritmos de análisis de imágenes. En general, una pantalla de visualización efectiva debe ser fácil de usar, precisa y clara, permitiendo a los operadores y técnicos tomar decisiones informadas sobre el proceso de fabricación y el control de calidad (Ayo y Moreno, 2021).

Fase 2: Desarrollo del código de programación mediante PYTHON

Código de programación en Python

```
import cv2
import serial
# Configurar la conexión con el Arduino
arduino = serial.Serial('COM4', 9600)
# Configurar la cámara web
cap = cv2.VideoCapture(1)
# Definir los rangos de color que se van a detectar (en este caso, verde)
```

```

lower_green = (36, 25, 25)
upper_green = (70, 255, 255)
while True:
    # Capturar un fotograma de la cámara
    ret, frame = cap.read()
    # Redimensionar el fotograma para que sea más fácil de procesar
    frame = cv2.resize(frame, (640, 480))
    # Convertir el fotograma a espacio de color HSV
    hsv = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2HSV)
    # Aplicar un filtro para detectar los colores en el rango especificado
    mask = cv2.inRange(hsv, lower_green, upper_green)
    # Calcular el área del objeto detectado
    contours, hierarchy = cv2.findContours(mask, cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
    # Si se detecta un objeto con un área mayor que 1000 píxeles, encender la luz verde del Arduino
    # Si no se detecta ningún objeto o se detecta un objeto que no es de color verde, encender la luz roja del Arduino
    is_green = False
    for cnt in contours:
        area = cv2.contourArea(cnt)
        if area > 1000:
            is_green = True
            if is_green:
                arduino.write(b'1')
        else:
            arduino.write(b'2')
    # Mostrar el fotograma con el resultado del filtro
    cv2.imshow('frame_proyecto calidad ISTV', mask)
    cv2.imshow("camara usb_proyecto calidad ISTV", frame)
    # Salir del bucle si se presiona la tecla 'q'
    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break
# Liberar la cámara y cerrar la ventana
cap.release()
cv2.destroyAllWindows()

```

Fase 3: Desarrollo del código de programación en Arduino e integración con Python

Código de programación en ARDUINO

```

// Definir los pines de la luz azul y la luz roja
int blueLed = 9;
int redLed = 10;
void setup() {
    // Configurar los pines como salidas
    pinMode(blueLed, OUTPUT);
    pinMode(redLed, OUTPUT);
    // Configurar la comunicación serial a 9600 baudios

```

```

Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  // Leer los comandos desde la comunicación serial
  if (Serial.available() > 0) {
    int command = Serial.read();
    // Encender la luz azul si el comando es '1'
    if (command == '1') {
      digitalWrite(blueLed, HIGH);
      digitalWrite(redLed, LOW);
    }
    // Encender la luz roja si el comando es '2'
    else if (command == '2') {
      digitalWrite(blueLed, LOW);
      digitalWrite(redLed, HIGH);
    }
  }
}

```

Fase 4: Desarrollo de un prototipo basado en visión artificial y microcontroladores.

Una vez que se completa la programación del sistema, se procedió a desarrollar el prototipo de visión artificial utilizando los componentes descritos, una cámara USB 2mpx, un microprocesador Arduino, una protoboard, un computador y para las pruebas: manzanas de diferentes colores. El objetivo era que el software de visión artificial capturara la imagen, la analizara y enviara una señal al microprocesador para ejecutar un proceso, en este caso, encender dos diodos emisores de luz de color rojo y verde.

Cuando se detecta una manzana de color verde, el sistema de visión artificial, basado en programación Python y la librería Open_cv, envía una señal al microprocesador a través del puerto serial con una velocidad de transmisión de 9600 baudios para encender el diodo verde. En caso contrario, si no hay objeto o la manzana es de otro color, se enciende el diodo de color rojo. Además, se proporciona una señal de visión en la CPU para el operador, tanto en fotograma como en la imagen real.

Se procedió a implementar un circuito básico de control mediante, el microcontrolador Arduino, el mismo que ejecuta el proceso de control, en este caso encendido de dos salidas. El proceso es totalmente automático y se puede salir del aplicativo utilizando la letra “q” del teclado. Este prototipo puede ser útil para la evaluación de una amplia variedad de alimentos, desde frutas y verduras hasta

carnes y productos lácteos. Además, su diseño modular permite su adaptación a diferentes necesidades y requisitos específicos de cada tipo de alimento. En resumen, un prototipo de control de calidad basado en visión artificial y microcontroladores puede ser una herramienta valiosa para garantizar la calidad y la seguridad de los alimentos. Su capacidad para detectar automáticamente el color del alimento y tomar decisiones en tiempo real puede ahorrar tiempo y reducir el riesgo de error humano en el proceso de control de calidad.

Materiales

Los materiales usados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Componentes del sistema.

Nombre del componente	Código
Microprocesador	ATmega 328P
CPU CORE I5 ENVIDIA 8MB 11GN	CPU -I5
Cámara CMOS 1080p	CAM WEB -USB
LUCES LED	LED 5V RGB
FUENTE DE VOLTAJE 2AMP	F-2AMP-ENFORC
Módulo relé de 5 voltios	SRD-05VDC-SL-C

Tabla 2. Materiales utilizados en el proyecto.

Cantidad	Material (dispositivo)
1	Tarjeta arduino uno
1	Módulo relé SRD-05VDC-SL-C
1	Cámara WEB-USB 2MPX
1	Tert5000
1	Fuente de voltaje 2 AMP
	CPU core I5 para ejecución de software
1	Cable UTP
1	Cinta aislante

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al ser un trabajo de tipo experimental, los resultados obtenidos podemos dividirlos en tres partes, esto debido a que en una primera fase se procede a la instalación del programa Python y al diseño del algoritmo correspondiente en este programa, se realizan las corridas correspondientes, hasta tener el código de programación de acuerdo a lo requerido. La ejecución de este código puede observarse en la figura No.1. En una segunda fase se desarrolla el código de programación en Arduino y su integración con Python, una vez realizadas las corridas correspondientes, y los ajustes necesarios, se tiene la ejecución de este código como puede observarse en la figura No.2. En una tercera fase se integran los diferentes componentes tanto hardware como software y se realizan las pruebas correspondientes cuyos resultados se detallan en la tabla No.1

```

control de calidad con camara web.py - C:/Users/USER/AppData/Local/Programs/Python/Python310/control de calidad...
File Edit Format Run Options Window Help
import cv2
import serial

# Configurar la conexión con el Arduino
arduino = serial.Serial('COM4', 9600)

# Configurar la cámara web
cap = cv2.VideoCapture(1)

# Definir los rangos de color que se van a detectar (en este caso, verde)
lower_green = (36, 25, 25)
upper_green = (70, 255, 255)

while True:
    # Capturar un fotograma de la cámara
    ret, frame = cap.read()

    # Redimensionar el fotograma para que sea más fácil de procesar
    frame = cv2.resize(frame, (640, 480))

    # Convertir el fotograma a espacio de color HSV
    hsv = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2HSV)

    # Aplicar un filtro para detectar los colores en el rango especificado
    mask = cv2.inRange(hsv, lower_green, upper_green)

    # Calcular el área del objeto detectado
    contours, hierarchy = cv2.findContours(mask, cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

    # Si se detecta un objeto con un área mayor que 1000 píxeles, encender la luz verde del Arduino
    # Si no se detecta ningún objeto o se detecta un objeto que no es de color verde, encender la
    is_green = False
    for cnt in contours:
        area = cv2.contourArea(cnt)
        if area > 1000:
            is_green = True

    if is_green:
        arduino.write(b'1')
    else:

```

Figura 1. Programa ejecutado en Python

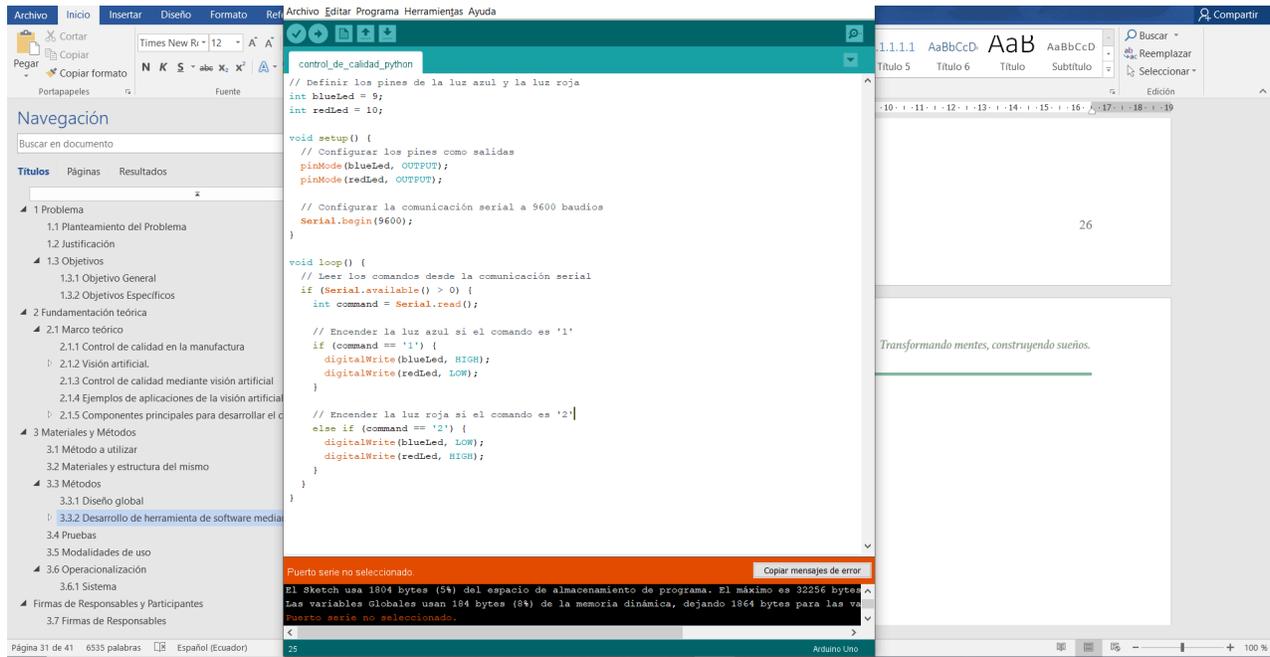


Figura 2. Programa ejecutado en Arduino.

Tabla 3. Pruebas realizadas al prototipo desarrollado.

No.	Descripción	Resultado	Observación
1	Funcionalidad programa Python	Se ejecuta a satisfacción	Python 3.10.10
2	Insatlación librerías Pyserial y Open CV	Instaladas	Las librerías permiten realizar la integración del sistema con los periféricos.
3	Establecer comunicación entre Python y Arduino	Se realiza el RUN en Python y se establece comunicación a 9600 baudios.	Puerto configurado COM4
4	Establecer comunicación con la cámara WEB	El sistema se comunica con la cámara WEB	La cámara WEB utilizada para la visión artificial
5	Ejecución del sistema total	El programa reconoce los alimentos de color verde en este caso manzanas	Se configuró para que el sistema reconozca alimentos de color verde
6	Ejecución del sistema total.	El programa reconoce otros alimentos de otros colores	Cuando los alimentos detectados son de otro color, se enciende una luz roja.

Se escogió como característica a detectar del producto (manzana), el color, si es verde el sistema enciende una luz verde, caso contrario una luz roja; al tener un resultado positivo con esta característica, se puede inferir que se puede configurar el sistema para cualquier otra característica o defecto que se desee controlar. Los componentes del sistema de visión artificial, deben tener ciertas características que permitan integrarse entre sí y con otros sistemas, en el presente trabajo, se eligió el programa Python y Open CV que son software de licencia libre y como microcontrolador el Arduino, que ofrecen gran versatilidad a la hora de configurar un sistema.

Los resultados obtenidos con el prototipo, permiten visualizar un gran campo de aplicación de la visión artificial en las pequeñas y medianas empresas, que requieran optimizar su producción o mejorar la calidad de sus productos, tal como se demuestra en el trabajo de tesis realizado por Ramos J, sistema de visión artificial para el conteo y medición de alevinos de trucha “arco iris” para la dirección subregional de la producción Andahuaylas.

Es necesario mencionar que, para tener el prototipo operativo, fueron necesarias varias pruebas tanto a nivel de programación como a nivel de hardware, hasta que la configuración final produzca los resultados deseados, estos es la detección de la característica del objeto de estudio, esto es concordante con los resultados obtenidos por Icaza W, en su trabajo Desarrollo de un sistema de visión artificial con Labview, que permita detectar imperfecciones en las latas de atún.

Se conoce que a nivel industrial el control de calidad de los productos es un proceso clave, que permite la detección temprana de defectos en los productos, los resultados del presente trabajo demuestran que es posible la aplicación de la visión artificial a pequeña y mediana escala y a costos relativamente bajos en comparación con los de las grandes industrias. Los costos reducidos se deben en gran parte a que existen software de licencia libre que pueden utilizarse en las pequeñas industrias o negocios, esto puede corroborarse con los resultados obtenidos por Rosas-Echevarría, C.W.; Solís-Bonifacio, H.; Cerna-Cueva, A.F. (2019). Sistema eficiente y de bajo costo para la selección de granos de café: una aplicación de la visión artificial: “con respecto a los costos, también resultan muy bajos en comparación con los ojos electrónicos, ya que los equipos son de bajo costo y el software es de código libre (OpenCV). El presente sistema es flexible para control de calidad con parámetros estandarizados, ya que el sistema recibe los valores estándar que deseemos para la posterior selección”.

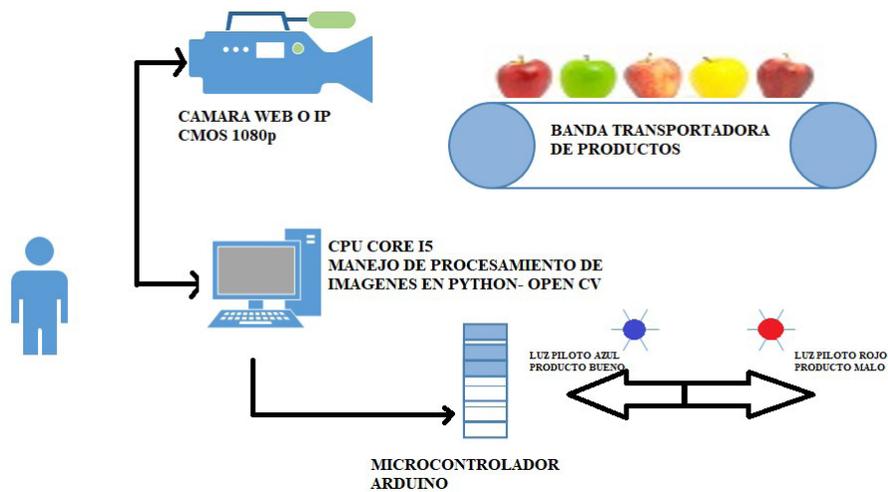


Figura 3. Sistema planteado como solución

4. CONCLUSIONES

El prototipo desarrollado cumple con el objetivo planteado, esto es la detección de una característica de un producto, en este caso el color, demostrando así que los sistemas de control de calidad que involucran visión artificial, para la detección de defectos o alguna característica de un producto, son precisos y eficaces.

Se configura el algoritmo de detección del color en el programa Python, y librería Opencv de acuerdo a lo planificado. La selección y configuración del algoritmo en función de las características del producto es la clave en el desarrollo de un sistema automatizado de visión artificial, para garantizar la detección de defectos o característica del producto.

La integración de los componentes una vez desarrollados los algoritmos en Python y en el Arduino, cumple con el objetivo planteado, demostrando que el sistema de visión artificial funciona, este puede integrarse al proceso de fabricación, para la detección automática de defectos o características de los productos, esta integración puede hacerse también a otros sistemas de control de procesos para garantizar la calidad de los productos.

La optimización del sistema de visión artificial es crucial para una detección precisa de defectos, esto se lo realiza ajustando ya sea la configuración del sistema, así como la elección de los componentes más adecuados, en cuanto a iluminación o cámaras, por ejemplo.

La realización de pruebas con un prototipo de un sistema de visión artificial es necesario antes de implementar en un proceso de fabricación y/o producción, a fin de ajustar las variables requeridas dentro del rango deseado, asimismo para determinar costos.

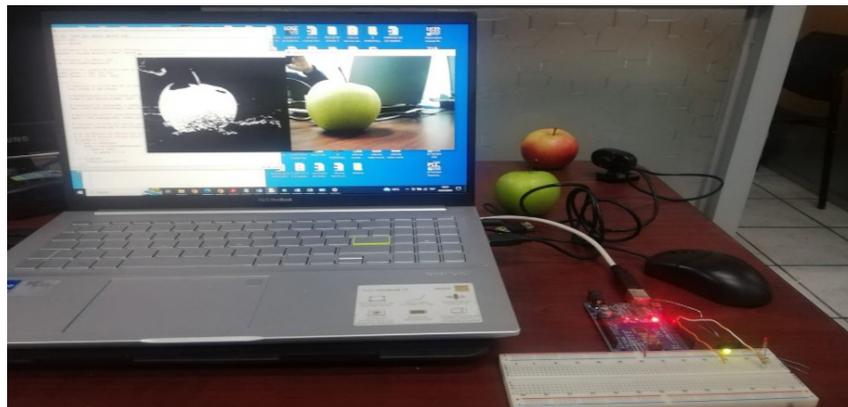


Figura 4. Prototipo completo funcionando, control de calidad basado en el parámetro color (verde).

Prototipo funcionando de acuerdo a los objetivos planteados. Al pasar la manzana verde por la cámara web, una luz indicadora de color verde se enciende.



Figura 5. Prototipo completo funcionando: con producto de diferente color.

Prototipo con todos los elementos funcionando, en el presente estudio la acción del controlador es la emisión de una señal luminosa, pero puede configurarse para que se realice otras acciones como, por ejemplo: activación de brazos robóticos, apertura de puertas para productos de desecho, activación de alarmas sonoras, etc.

REFERENCIAS

- Alpízar, J., & Fernández, M. (2021). Caracterización morfológica de un lecho de recubrimiento de tabletas farmacéuticas mediante un algoritmo de visión artificial. *Tecnología en Marcha*, 34(3), 51-60. doi: <https://doi.org/10.18845/tm.v34i3.5032>
- Ayo, W., & Moreno, H. (2021). Desarrollo de un sistema de inspección automático de PCB'S mediante visión artificial. [tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20029/1/UPS%20-%20TTS345.pdf>
- Del Pianta, L. (2020). Diseño e implementación de un sistema de control de calidad mediante visión por computador. [tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Valencia]. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/149784/Pianta%20-%20Dise%C3%B1o%20e%20implementaci%C3%B3n%20de%20un%20sistema%20de%20control%20de%20calidad%20mediante%20visi%C3%B3n%20por%20computador.pdf?sequence=1>
- López, F. (2019). Clasificación de imágenes usando redes neuronales convolucionales. [tesis de maestría, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11191/6123>
- Mendoza, D., & Salazar, J. (2019). Sistema de clasificación y control de calidad en un proceso de producción industrial usando visión artificial. [tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29175>
- Merino, Y. (2021). Visión artificial para el control de calidad de un retrovisor. [tesis de pregrado, Universidad Central de Catalunya]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10854/7003>
- Olano, W. (2019). Clasificación no destructiva de frutas utilizando inteligencia artificial: Revisión Bibliográfica. [tesis de pregrado, Universidad señor de Sipán]. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6215/Olano%20Chavez%20Wilfredo%20Cristobal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Sedeño, J. (2021). Implementación de un prototipo con sistema de visión artificial para el procesamiento de imágenes que permita mejorar la productividad en el proceso de corte por plasma. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/15856>.
- De La Torre, S. (2022). Sistema de clasificación de huevos mediante un algoritmo de visión artificial. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Obtenido del repositorio repositorio.utn.edu.ec
- López, R. & Icaza, W. (2019). Desarrollo de un sistema de visión artificial con Labview, que permita detectar imperfecciones en las latas de atún. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal de Milagro]. Obtenido de: <http://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/handle/123456789/4921>
- Ana Gonzáles Marcos...[et al.] (2006). Técnicas y algoritmos básicos de visión artificial. [Material didáctico. Ingenierías. Universidad de la Rioja]. Obtenido de: <https://investigacion.unirioja.es/documentos/5c13b22ac8914b6ed3778a6a>
- Ramos, J. (2018). Sistema de visión artificial para el conteo y medición de alevinos de trucha “arco iris” para la dirección subregional de la producción Andahuaylas. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José María Arguedas]. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.14168/431>
- Rosas-Echevarría, C.W.; Solís-Bonifacio, H.; Cerna-Cueva, A.F. (2019). Sistema eficiente y de bajo costo para la selección de granos de café: una aplicación de la visión artificial. *Scientia Agropecuaria* 10(3): 347 – 351. Obtenido de: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019>.

Realidad Aumentada Aplicada en la Supervisión, Mantenimiento de Equipos y Procesos Industriales

Augmented Reality Applied in the Supervision, Maintenance of Equipment, and Industrial Processes

Byron Mauricio Álvarez Brito¹ , Grace Estefanía Muñoz Macías² , Henry Neurio Mero Briones³ , Carolina Michelle Muñoz Macías⁴ .

¹ Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, b.alvarez@istlam.edu.ec, Manta, Ecuador

² Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, g.munoz@istlam.edu.ec, Manta, Ecuador

³ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, carolinam.munoz@uleam.edu.ec, Manabí, Ecuador

⁴ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, henry.mero@uleam.edu.ec, Manabí, Ecuador

Autor para correspondencia: g.munoz@istlam.edu.ec

RESUMEN

En la era actual de la industria, la aplicación de la Realidad Aumentada (RA) ha emergido como una herramienta fundamental para mejorar la supervisión y el mantenimiento de equipos y procesos industriales. Este estudio se enfocó en abordar la creciente necesidad de optimizar la eficiencia y la seguridad en entornos industriales complejos. El problema central abordado fue la falta de eficacia en la supervisión y el mantenimiento tradicionales, que a menudo resulta en tiempos de inactividad no planificados y costos significativos. El objeto de estudio fue la implementación de soluciones de RA para mejorar la visualización de datos en tiempo real y proporcionar asistencia guiada a técnicos de campo. El campo investigativo se enmarca en la intersección de la tecnología de RA en la industria, explorando sus aplicaciones prácticas y beneficios potenciales. El objetivo de esta investigación es reducir tiempos de inactividad, mejorando la toma de decisiones y aumentando la eficiencia operativa. La metodología empleada incluye casos de implementación de RA en la industria. Se han examinado tecnologías de RA específicas, como sistemas de seguimiento de activos, visualización de datos en tiempo real y capacitación de técnicos. En conclusión, este estudio demuestra que la aplicación de la Realidad Aumentada en la supervisión y el mantenimiento industrial es altamente efectiva para mejorar la eficiencia y la seguridad, reduciendo costos y aumentando la productividad. La RA se presenta como una solución innovadora y prometedora para abordar los desafíos actuales en la gestión de equipos y procesos industriales.

Palabras clave: Realidad Aumentada, Eficiencia, Supervisión, Mantenimiento industrial

ABSTRACT

In the current era of the industry, the application of Augmented Reality (AR) has emerged as a fundamental tool for enhancing supervision and maintenance of industrial equipment and processes. This study focused on addressing the growing need to optimize efficiency and safety in complex industrial environments. The central issue addressed was the lack of effectiveness in traditional supervision and maintenance, which often results in unplanned downtime and significant costs. The object of study was the implementation of AR solutions to improve real-time data visualization and provide guided assistance to field technicians. The research field is framed within the intersection of AR technology in the industry, exploring its practical applications and potential benefits. The aim of this research is to reduce downtime, improve decision-making, and increase operational efficiency. The methodology employed includes cases of AR implementation in the industry. Specific AR technologies, such as asset tracking systems, real-time data visualization, and technician training, have been examined. In conclusion, this study demonstrates that the application of Augmented Reality in industrial supervision and maintenance is highly effective in improving efficiency and safety, reducing costs, and increasing productivity. AR emerges as an innovative and promising solution to address current challenges in the management of industrial equipment and processes.

Key words: Augmented Reality, Efficiency, Supervision, Industrial maintenance

1. INTRODUCCIÓN

En un mundo cada vez más automatizado e interconectado, la industria enfrenta el desafío constante de mejorar la eficiencia y la confiabilidad de sus operaciones. En este contexto, la Realidad Aumentada (RA) ha surgido como una tecnología disruptiva con el potencial de transformar la supervisión y el mantenimiento de equipos y procesos industriales. La RA permite la superposición de información digital sobre el entorno físico, brindando a los técnicos y operadores acceso instantáneo a datos críticos y guías visuales. Esto promete reducir tiempos de inactividad no planificados, aumentar la eficiencia y mejorar la seguridad en entornos industriales complejos.

En la actualidad el área de ingeniería se encuentra en un proceso de digitalización industrial como parte de la implementación de la denominada Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0, siendo la Realidad Aumentada (RA) una tecnología que comunica de forma interactiva el mundo real con el digital.

La aplicación de la RA en los procesos de supervisión y mantenimiento mejora la eficiencia, produc-

tividad, calidad y seguridad en la industria, permitiendo tener acceso inmediato a la información necesaria, relevante y en tiempo real para el proceso de monitorización, mantenimiento y reparación de los equipos industriales. Smith y Johnson (2020) describen cómo la tecnología de RA se ha utilizado para capacitar a técnicos en la identificación y solución de problemas en sistemas industriales complejos, lo que ha llevado a una reducción significativa en los tiempos de inactividad y a un aumento en la eficiencia operativa. Esto ayuda a mejorar la toma de decisiones y los procedimientos de trabajo, lo que aumentará la eficiencia en el control, en las operaciones y en la seguridad en las maniobras.

Considerando que la RA no es invasiva y no sustituye a la realidad como tal, al contrario, la complementa y la nutre de información digital obtenida del entorno operativo en el que se aplica, como el caso de García y Pérez (2019) que presentan un marco de implementación de Realidad Aumentada para el mantenimiento de redes eléctricas. El artículo se basa en la necesidad de optimizar la supervisión y el mantenimiento de sistemas eléctricos críticos. La investigación muestra cómo la RA puede mejorar la identificación de fallos y la eficacia de las reparaciones, cumpliendo con los estándares de seguridad eléctrica y reduciendo riesgos para los técnicos.

La industria enfrenta desafíos inherentes en la supervisión y mantenimiento industrial, como la complejidad de los equipos, la necesidad de intervenciones oportunas y la capacitación continua del personal. Estos retos han impulsado la búsqueda de soluciones innovadoras que puedan abordar las demandas crecientes de precisión y eficiencia. En este contexto, la hipótesis que sustenta este estudio se centra en la idea de que la aplicación de la realidad aumentada en la supervisión y mantenimiento en la industria puede ofrecer mejoras sustanciales en términos de diagnóstico de problemas, toma de decisiones y capacitación de personal. Es necesario explorar cómo la realidad aumentada ha sido aplicada en situaciones prácticas, cuáles han sido sus impactos y cuál es el potencial futuro de esta tecnología en el ámbito industrial.

El propósito de este estudio es analizar en profundidad la aplicación de la realidad aumentada en la supervisión y mantenimiento industrial, a través de la exploración de casos de estudio y la revisión de la literatura relevante, se buscará esclarecer sobre las ventajas y desafíos de esta tecnología y proporcionar una comprensión sólida de su potencial para revolucionar la industria. Por lo tanto, se delinear

como objetivos; analizar las aplicaciones actuales de la realidad aumentada en la industria, evaluar los beneficios y desafíos asociados con la implementación de esta tecnología y proyectar posibles direcciones futuras en la convergencia de la realidad aumentada y la supervisión de equipos en la industria.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación es de tipo documental transversal prospectiva cuyo diseño se basó en un enfoque cualitativo, el alcance de la investigación es descriptivo – explicativo, donde se analizó información, documentación relevante actual de empresas en el diseño, desarrollo e implementación de sistema de RA en el área de industrial, control y automatización, de la misma manera se observaron estudios de casos de aplicación múltiples sobre la realidad aumentada aplicada en la supervisión, mantenimiento de equipos y procesos industriales.

Industria 4.0

La Industria 4.0, también conocida como la Cuarta Revolución Industrial, representa una transformación fundamental en la forma en que se conciben y ejecutan los procesos de producción y fabricación. En la Industria 4.0, la convergencia de tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y la automatización avanzada permite la creación de fábricas inteligentes y sistemas de producción altamente eficientes. Estos sistemas pueden operar de manera autónoma, comunicarse entre sí y tomar decisiones en tiempo real basadas en datos, lo que conduce a mejoras significativas en la eficiencia, la calidad y la personalización de la producción (Baur et al., 2019).

El principal propósito de la industria 4.0 se centra en consolidar los objetos inteligentes, productos autónomos, y procesos de toma de decisión usando nuevas tecnologías como la computación en la nube mediante la convergencia de hardware y software (Ortiz Clavijo et al., 2018).

Gemelo digital

Un gemelo digital es una representación dinámica virtual de un sistema físico, que es conectado a él durante todo el ciclo de vida para el intercambio de datos bidireccional (Trauer et al., 2020).

Este modelo se alimenta de datos suministrados por sensores IoT conectados a los objetos físicos, para replicar y simular su conducta virtualmente. La información obtenida es procesada a través de tecnologías como el machine learning para simular el comportamiento que presentaría un objeto al integrar nuevas funcionalidades o sufrir modificaciones en su diseño.

Es importante aclarar que un gemelo digital no es lo mismo que un programa de simulación: mientras este último estudia elementos en particular, un gemelo digital opera a mayor escala como cadenas logísticas o procesos industriales gracias a que genera todo un entorno virtual (AI of Things, 2022).

Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología que combina elementos del mundo real con elementos generados por computadora para enriquecer la percepción del usuario. A través de dispositivos como gafas inteligentes o aplicaciones móviles, la RA superpone información digital, como gráficos, videos o datos en tiempo real, en el entorno físico del usuario. Esto permite la interacción en tiempo real entre el mundo físico y el virtual, mejorando diversas aplicaciones, desde la educación y la atención médica hasta el entretenimiento y el mantenimiento industrial (Smith, 2020). Incluyendo la arquitectura, la navegación, la capacitación técnica, supervisión y mantenimiento industrial, con el propósito de enriquecer la percepción y proporcionar información contextual (Gómez, 2019).

La Realidad Aumentada se puede experimentar empleando un ordenador, una tablet, un smartphone o una consola de videojuegos. De estos dispositivos se destaca el uso de la cámara, de la pantalla y del microprocesador con la suficiente capacidad para soportar un programa de realidad aumentada (Grassi, 2021).

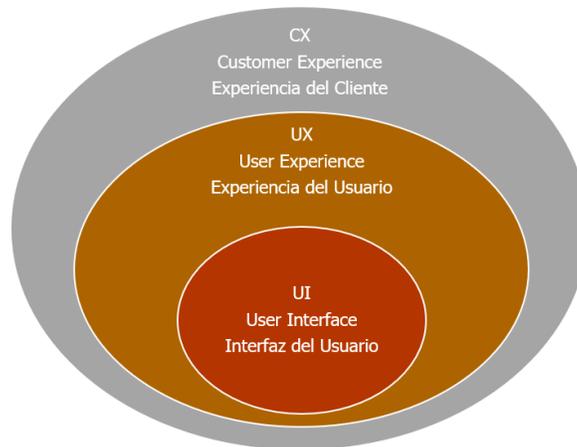
Además de los elementos de hardware y software mencionados, son necesarios elementos activadores de realidad aumentada, estos elementos pueden ser marcadores, imágenes, objetos, códigos QR o puntos geolocalizados (Padua, 2023).

La nueva era de las Experiencia Cliente (CX) inmersivas

El término (experiencia del cliente) CX representa la interactividad entre un cliente y un servicio/ producto que proporciona valores sensoriales, emocionales, cognitivos, conductuales y relacionales al cliente; su objetivo final es construir una experiencia holística (Lee et al., 2018).

La UX (Experiencia del usuario) es la experiencia que los usuarios tienen con los sistemas de una empresa, mientras que la UI (Interfaz de usuario), se asegura de que la interfaz de estos sistemas brinde una excelente experiencia. La Digital Customer Experience se centra en los procesos tanto de front-end (el diseño que ve el público) como de back-end (la programación detrás de estos procesos) (Del Prado, 2021).

Figura 1. Relación entre CX/UX/UI



Nota. Cuando hablamos de dispositivos IoT, nos referimos a la interconexión de objetos a internet o entre sí. Podemos referirnos desde un smartphone hasta un auto, electrodoméstico, reloj, televisor, entre otros; con el diseño web los usuarios podrán interactuar con los contenidos de una forma más original, creativa e inmersiva (Domínguez, 2019).

Diferencia entre Realidad Aumentada y Realidad Virtual

La Realidad Aumentada (RA) y la Realidad Virtual (RV) son dos tecnologías inmersivas que comparten el objetivo de ofrecer experiencias digitales envolventes, pero se diferencian en cómo interactúan con el entorno del usuario.

La RA combina elementos del mundo real con objetos virtuales o información generada por computadora. Los usuarios de RA ven el mundo real a través de un dispositivo, como un teléfono inteligente o unas gafas, y los elementos digitales se superponen a su vista. Esto permite a los usuarios interactuar con objetos virtuales mientras aún están conscientes de su entorno real. Por ejemplo, aplicaciones de RA pueden mostrar información adicional sobre objetos físicos, como etiquetas de productos en una tienda.

Por otro lado, la RV sumerge completamente al usuario en un entorno digital. Los usuarios de RV utilizan dispositivos como auriculares o cascos que bloquean por completo su vista del mundo real y los transportan a un mundo virtual. En la RV, los usuarios pueden interactuar con un entorno completamente simulado y a menudo pueden moverse y explorar este entorno virtual. (Azcárate et al., 2017).

Funcionamiento del Sistema de Realidad Aumentada en los sistemas eléctricos

Un sistema de RA, no se considera nada complejo, el cual está compuesto de dispositivos de interfaz, herramientas informáticas de adquisición, comunicación y administración de datos. Primero se necesita un dispositivo de interfaz de visualización e interacción, en seguida se requiere un modo de detección o reconocimiento del escenario, entonces interviene la plataforma del sistema informático digital, para el desarrollo, diseño adquisición e integración de datos y por último el interfaz del usuario o aplicativo RA.



Figura 2. Elementos y funcionamiento de Realidad Aumentada

Nota. La figura muestra cada uno de los elementos que componen un sistema de realidad aumentada y su funcionamiento. Autoría propia.

- **Dispositivos Hardware Interfaz:** en el ámbito de la RA, existen diversos dispositivos y tecnologías que se utilizan para el reconocimiento de escenarios. Estos dispositivos son herramientas que permiten identificar y rastrear el entorno físico para superponer elementos virtuales de manera coherente. Algunos de los dispositivos comunes utilizados para el reconocimiento de escenarios en la RA son Smartphones y Tabletas los que están equipados con cámaras y sensores, Gafas RV y Visión artificial como HoloLens de Microsoft o Google Glass. (Billinghurst & Duenser, 2021).
- **Modo de detección:** Markers Tracking o Fimark, reconoce una situación mediante etiquetas, patrones, Tag o QR, otra de las formas de reconocimiento es mediante imágenes 2D o fotografía, realizando una detección rápida y fácil sin fallas en todos los casos, la cámara del dispositivo digital lo reconoce y devuelve una imagen, botón de acción, punto de interés o animación en 3d, dando lugar a la RA, además del reconocimiento de visión artificial, también otro método de identificación es la georeferenciación o geolocalización el dispositivo inteligente dotado de GPS utiliza la información de las coordenadas. (Wilches & Figueroa, 2019).
- **Plataforma de Desarrollo:** Existen en el medio plataformas de desarrollo de RA, como Unity 3D, ARKit/ARCore, Vuforia, EcoStruxure™ Augmented Operator Advisor para construir la aplicación móvil.
- **Diseño de Contenido de RA:** Se crearán modelos 3D, gráficos y animaciones que se superpondrán a elementos del entorno eléctrico. Esto podría incluir representaciones visuales de sistemas eléctricos, indicadores de estado en tiempo real y guías de mantenimiento, Blippar, EcoStruxure™ Augmented Operator Advisor Builder. (Billinghurst et al., 2015).
- **Adquisición e Integración de Datos en Tiempo Real:** Es una funcionalidad que permite la integración de datos en tiempo real de la información digital de los sistemas industriales, como señales de sensores, lectura de dispositivos IoT, estado de equipos, bitácoras de mantenimiento y datos de diagnóstico e inteligencia artificial, para la integración y administración de estas bases de datos se utilizan herramientas como; Node-Red, Influx DB, Sql Server, EcoStruxure™ Augmented Operator Advisor Runtime. (Harris, 2018).

- Interfaz del Usuario - Aplicativo: Se diseñará una interfaz de usuario intuitiva para permitir a los usuarios interactuar con la aplicación y acceder a la información en tiempo real. EcoStruxure™ Augmented Operator Advisor App.

Implementación de Realidad Aumentada en la arquitectura de los sistemas de automatización eléctrica industrial

La automatización industrial se ha convertido en un pilar fundamental en la optimización de procesos, la mejora de la eficiencia y la garantía de la calidad en la producción. En el corazón de este campo se encuentra la arquitectura de sistemas de automatización industrial, una estructura organizativa que divide las funciones y componentes esenciales en tres niveles o capas interconectadas. Estos niveles, que abarcan desde los dispositivos físicos en el campo hasta las poderosas aplicaciones de análisis de datos, trabajan en conjunto para supervisar, controlar y mejorar las operaciones industriales. En esta exploración, examinaremos en detalle cada uno de los niveles y su importancia en la gestión eficaz de la automatización industrial, así como su papel en la recopilación de datos, la toma de decisiones y la optimización de los procesos industriales. Desde el primer nivel de sensores y actuadores hasta el tercer nivel de análisis de datos avanzados, descubriremos cómo esta arquitectura esencial ha revolucionado la forma en que las industrias gestionan y mejoran sus operaciones diarias.

Los tres niveles o capas fundamentales de la arquitectura de un sistema de automatización industrial son: 1ro Dispositivos conectados, 2do Sistemas de Supervisión y Control y 3ro Sistema de Análisis de Datos, Servicios y Apps, los cuales detallamos a continuación:

1. Dispositivos conectados: en esta capa encontramos elementos que reportan información en los sistemas de automatización, como son los sensores, transductores, instrumentos IoT, sensores inteligentes, registradores multiparámetros en línea y actuadores, todos estos conectados en la red.
2. Sistemas de Supervisión y Control: en este nivel encontramos los dispositivos de lógica programada como PLC's, Autómatas, o sistemas de control distribuido, HMI's, sistemas SCADA y IoT Box.
3. Sistema de Análisis de Datos, Servicios y Apps: en esta última capa se conforma de aplicaciones que administran gran portafolio de servicios, como analítica, monitorización y visualización de datos en tiempo real (Dashboard), servicio de administración de redes, servicios en la nube, inteligencia artificial y es aquí donde se aloja el servidor de realidad aumentada.

Este servidor de RA permite hacer la convergencia entre el mundo de la tecnología de la operación (OT) con el mundo de tecnología de la información (IT), desde los dispositivos conectados se genera información que es recolectada y tabulada por los sistemas de supervisión y control, esta información es almacenada y analizada en el sistema de análisis de datos, servicios y apps, donde el sistema de RA se alimenta y ejecuta, devolviendo información a través de la interfaz del usuario, por medio de una red inalámbrica que puede ser de tipo industrial o comercial como la 4G. El resultado es una integración de la RA en la arquitectura convencional de los sistemas de automatización eléctrica industrial. (Schneider, 2018).

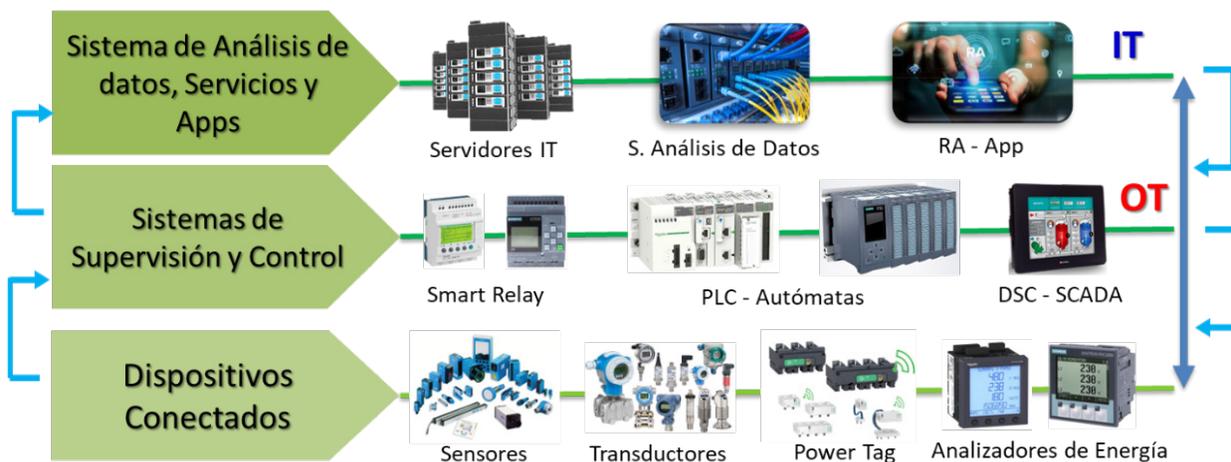


Figura 3. Arquitectura de un Sistema de Automatización Industrial

Nota. La figura describe la estructura convencional de un sistema de automatización industrial y la integración de la Realidad Aumentada en la misma. Autoría propia.

Aplicaciones de la Realidad aumentada en la automatización de los sistemas eléctricos

1. Formación de Operadores y Técnicos: Utilización de la RA para proporcionar capacitación a operadores y técnicos industriales mediante simulaciones interactivas y visualización de información relevante en tiempo real (Kopp et al., 2017).
2. Supervisión, Control y Monitoreo: Visualización de datos en tiempo real a través de dispositivos de RA para permitir a los operadores monitorear y controlar procesos industriales críticos (Wu & Zhou, 2018).
3. Asistencia en Mantenimiento y Reparación: Utilización de gafas de RA que proporcionan a los técnicos acceso a manuales de servicio y guías de reparación en tiempo real mientras trabajan

- en máquinas y equipos industriales (Billinghurst et al., 2015).
4. Diagnóstico de Elementos Eléctricos y Electrónicos: Utilización de cascos de RA para diagnosticar fallos y problemas en componentes eléctricos y electrónicos, proporcionando información visual y datos en tiempo real para el análisis (Qian et al., 2018).
 5. Mapeo en Armarios Extensos: Utilización de la RA para el mapeo y la visualización de sistemas eléctricos y electrónicos en armarios extensos, facilitando la identificación de componentes y conexiones (Zhang et al., 2016).
 6. Diseño y Prototipado de Productos: En el proceso de diseño industrial, la RA se utiliza para visualizar prototipos virtuales en el mundo real. Los diseñadores pueden interactuar con modelos tridimensionales y hacer ajustes en tiempo real, lo que acelera el desarrollo de productos y reduce los costos de prototipado físico (Billinghurst & Duenser, 2021).
 7. Control de Calidad e Inspección Visual: La RA se utiliza para inspeccionar piezas y componentes de manera más eficiente. Los inspectores pueden ver superpuestas especificaciones de calidad, identificar defectos y registrar datos de inspección en tiempo real. Esto garantiza una mayor precisión en el control de calidad (Azcarate et al., 2017)
 8. Prevención de Riesgos Laborales: Aplicación de la RA para prevenir riesgos laborales al proporcionar a los trabajadores información visual sobre zonas peligrosas y prácticas seguras en tiempo real (Cacace et al., 2018).
 9. Ubicación y Georreferenciación: Utilización de la Realidad Aumentada para la ubicación y la georreferenciación precisa de componentes y equipos en entornos industriales, mejorando la eficiencia en la navegación (Ribeiro et al., 2018).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A lo largo de esta investigación se llevó a cabo el análisis de la Realidad Aumentada (RA) aplicada a la supervisión y mantenimiento de equipos y procesos industriales donde ha demostrado ser altamente beneficiosa en varios aspectos clave.

Los beneficios que trae esta tecnología son muchos; como reducir tiempos de formación, como se ha documentado en investigaciones previas (Meldrum et al., 2018), la RA facilita la capacitación más rápida y

efectiva de técnicos y operadores, con acceso inmediato, ya que proporciona simulaciones interactivas y visualizaciones en tiempo real. Esto se traduce en una reducción significativa de los tiempos de formación y una mayor eficiencia en la incorporación de nuevos trabajadores.

Así mismo el facilitar tareas de mantenimiento complejas, los hallazgos respaldados por Hincapié-Ramos, Guo y Irani (2014) indican que la RA simplifica las tareas de mantenimiento al proporcionar visualizaciones detalladas y en tiempo real de los sistemas eléctricos. Esto permite a los técnicos identificar problemas de manera más rápida y llevar a cabo reparaciones precisas, reduciendo el tiempo de inactividad de las máquinas. Otro beneficio importante es el acceso inmediato a información, ya que ofrece un acceso instantáneo a información relevante, como manuales, especificaciones técnicas, diagramas eléctricos y datos de diagnóstico (Wilches & Figueroa, 2019). Esto mejora la eficiencia al eliminar la necesidad de buscar información en documentos físicos y garantiza que los técnicos tengan los datos necesarios en el momento preciso.

Un beneficio sumamente importante es la disminución de riesgos y accidentes laborales en la supervisión y mantenimiento en los sistemas eléctricos. Investigaciones anteriores (Cacace et al., 2018) han demostrado que la RA contribuye significativamente a la prevención de riesgos laborales al proporcionar advertencias visuales en tiempo real sobre zonas peligrosas, procedimientos seguros y señales de alerta. Esto conlleva una disminución de accidentes laborales y una mejora en la seguridad laboral.

Desafíos y Futuro de la Realidad Aumentada en la Industria:

A pesar de sus ventajas, la implementación exitosa de la RA en la supervisión y mantenimiento en los procesos industriales también enfrenta desafíos. Estos incluyen la inversión inicial en hardware y software, la integración en los sistemas de automatización eléctricos existentes, la integración end-to-end en la implementación desde cero, la necesidad de capacitación de personal y la adaptación de procesos existentes. Sin embargo, se espera que con avances tecnológicos continuos y la disminución de costos, estos obstáculos se reduzcan.

El futuro de la RA en la industria es prometedor. Se prevé una mayor integración de la RA con la Internet de las cosas (IoT), Big Data, BIM, y la Inteligencia Artificial (IA), lo que permitirá una supervisión y mantenimiento aún más inteligente y automatizado. Además, la creciente cantidad de investigaciones en este campo promete una evolución constante de las aplicaciones de la RA en la industria eléctrica.

En consonancia con investigaciones previas en el campo de la Realidad Aumentada (RA) aplicada a la supervisión y mantenimiento de equipos y procesos industriales, nuestros hallazgos respaldan y amplían los resultados documentados por otros autores.

Coincidiendo con los hallazgos de Chen y Wang (2018), nuestra investigación confirma que la RA acelera significativamente el proceso de capacitación en comparación con los métodos tradicionales. Los resultados sugieren que la RA es una herramienta efectiva para la formación de técnicos y operadores en entornos industriales. A diferencia de algunas investigaciones anteriores que se centraron principalmente en la eficiencia operativa, nuestra investigación profundiza en la importancia de la RA en la supervisión y mantenimiento industrial, siguiendo la línea de investigación de Cacace et al. (2018). Destacamos cómo la RA proporciona advertencias visuales en tiempo real sobre zonas peligrosas y procedimientos seguros, lo que conduce a una disminución significativa de los accidentes laborales. Nuestra investigación también mira hacia el futuro y subraya el potencial de la RA en la integración con la Internet de las cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA), alineándose con las tendencias emergentes discutidas por varios autores (por ejemplo, Smith & Johnson, 2020). Esto indica que la RA tiene el potencial de evolucionar hacia un papel aún más integral en la industria.

Nuestros hallazgos convergen con investigaciones previas al respaldar las ventajas de la RA en la industria, mientras que también aportan una perspectiva única sobre la supervisión, mantenimiento y prevención en riesgo eléctrico y las tendencias futuras. Esto contribuye al enriquecimiento del cuerpo de conocimiento existente en este campo y destaca el valor continuo de la RA en los procesos industriales.

4. CONCLUSIONES

En el marco de esta investigación sobre la aplicación de la Realidad Aumentada (RA) en la supervisión y mantenimiento de equipos y procesos industriales, se ha logrado alcanzar los objetivos propuestos y obtener valiosas perspectivas sobre esta tecnología emergente.

Se ha realizado un análisis exhaustivo de las aplicaciones actuales de la RA en la industria eléctrica. Nuestros hallazgos revelan que la RA se ha consolidado como una herramienta valiosa en la capacitación de personal, la supervisión en tiempo real y el mantenimiento de sistemas eléctricos, destacando que esta herramienta no es invasiva. Ejemplos notables incluyen la capacitación eficiente de técnicos

mediante simulaciones interactivas, la visualización de datos en tiempo real para la toma de decisiones y la simplificación de tareas de mantenimiento complejas a través de representaciones visuales detalladas. La evaluación de los beneficios y desafíos asociados con la implementación de la RA en la industria eléctrica ha destacado que los beneficios superan con creces los desafíos. Entre los beneficios más significativos se encuentran la reducción de tiempos de formación, la facilitación de tareas de mantenimiento, el acceso inmediato a información crítica y la disminución de riesgos laborales. Sin embargo, Se reconoce que la inversión inicial, la integración del sistema, la capacitación del personal y la adaptación de procesos existentes son desafíos que deben abordarse.

Mirando hacia el futuro, se proyecta una convergencia cada vez más estrecha de la RA y la supervisión de procesos industriales. Esta investigación respalda la idea de que la RA evolucionará hacia una herramienta aún más integral, aprovechando la Internet de las cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA). Se espera que esto dé lugar a un mayor nivel de automatización, una supervisión más inteligente y la mejora continua de la eficiencia y la seguridad en la industria.

En resumen, esta investigación pretende arrojar luz sobre el potencial significativo de la Realidad Aumentada en la industria. Las aplicaciones actuales han demostrado que la RA puede impulsar la eficiencia, la seguridad y la capacitación. A pesar de los desafíos, los beneficios son innegables, y la tecnología tiene un futuro prometedor a medida que se integra más profundamente en la supervisión de procesos industriales. Estamos ansiosos por presenciar cómo evoluciona esta convergencia en los años venideros.

REFERENCIAS

- Al of Things. (11 de agosto de 2022). Digital twin: ¿qué es y para qué sirve? Telefónica Tech: <https://telefonicatech.com/blog/digital-twin-que-es-y-en-que-consiste>
- Azcárate, P., Juanes, J. A., & Juanes-Méndez, J. A. (2017). Realidad Aumentada y Realidad Virtual: Fundamentos, desarrollos y tendencias. *Revista Española de Documentación Científica*, 40(3), e172. <https://doi.org/10.3989/redc.2017.3.1412>
- Baur, T., Wee, D., & Woerner, S. L. (2019). The Internet of Things: What Is It and How Will It Affect Business? *McKinsey Quarterly*,(2), 6-15.

- Billingham, M., & Duenser, A. (2021). Augmented reality in the wild. In Proceedings of the 2st IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), 227-236.
- Billingham, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). A Survey of Augmented Reality. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 8(2-3), 73-272. <https://doi.org/10.1561/11000000049>
- Cacace, J., De Luca, A., Tedesco, A., D'Ambrosio, A., & Muzzupappa, M. (2018). Virtual Reality and Augmented Reality for the Industry 4.0: A Review of the Literature. *Procedia Manufacturing*, 22, 963-970. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.135>
- Chen, Q., & Wang, L. (2018). Augmented Reality-Based Training for Electrical Equipment Maintenance Personnel. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 47, 289-304.
- Del Prado, J. A. (2021). (CX) Experiencia de Cliente vs (UX) Experiencia de Usuario. UXABLES: <http://www.uxables.com/disenio-ux-ui/cx-experiencia-de-cliente-vs-ux-experiencia-de-usuario/>
- Domínguez, I. R. (2019). La condición aumentada: prácticas artísticas entre los periodos web 2.0 y 3.0. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID FACULTAD DE BELLAS ARTES: <https://hdl.handle.net/20.500.14352/11116>
- García, M., & Pérez, A. (2019). Enhancing Electrical Grid Maintenance with Augmented Reality: A Framework for Implementation. *IEEE Transactions on Power Systems*, 34, 456-469.
- Gómez, A. (2019). Realidad Aumentada: Integración de lo digital en el mundo real. *Revista de Tecnología Avanzada*, 7(2), 45-56.
- Grassi, M. O. (7 de abril de 2021). El modelo taxonómico de la Realidad Intervenida y su aplicación en las disciplinas proyectuales. Universidad de Buenos Aires UBA: http://repositorioubasib.uba.ar/gsd/collect/aaqtesis/index/assoc/HWA_5686.dir/5686.PDF
- Harris, R. (2018). *Augmented Reality in iOS: Building Apps with ARKit*. Apress.
- Hincapié-Ramos, J. D., Guo, R., & Irani, P. (2014). Sneak-Peek: Designing Interactive Techniques for Precision Indoor Navigation with Minimal Supervision. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1665-1674. <https://doi.org/10.1145/2556288.2557196>
- Kopp, S., Botsch, M., & Scholl, I. (2017). Augmented reality as a tool for assembly tasks: Development and evaluation. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 20(11), 1653-1660. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2014.2346314>
- Meldrum, D., Dunwell, I., & Holland, C. (2018). Improving the Retention of Electrical Safety

- Knowledge Using Augmented Reality. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(3), 343-352. <https://doi.org/10.1109/TLT.2018.2862752>
- Qian, H., Bai, Y., Huang, W., & Wan, D. (2018). A Real-Time Diagnostic System of Power Grid Based on Augmented Reality. *Complexity*, 2018, 9154574. <https://doi.org/10.1155/2018/9154574>
- Ribeiro, Á., Morgado, E., Rodrigues, P., & Rodrigues, J. (2018). Combining NFC and Augmented Reality for Collaborative Industrial Applications. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14(7), 2885-2893. <https://doi.org/10.1109/TII.2018.2823123>
- Schneider, E. (20 de septiembre de 2018). Blog de Schneider Electric. Transformación Digital. <https://blogspanol.se.com/transformacion-digital/2018/09/20/impulsar-la-transformacion-digital-con-realidad-aumentada/>
- Smith, J. (2020). *Realidad Aumentada: Conceptos y aplicaciones*. Editorial ABC.
- Smith, J. A., & Johnson, R. (2020). Augmented Reality in Electrical Equipment Maintenance: A Case Study in the Power Industry. *International Journal of Electrical Engineering*, 42, 123-138.
- Trauer, J., Schweigert-Recksiek, S., Engel, C., Spreitzer, K., & Zimmermann, M. (2020). What is a Digital Twin? – definitions and insights from an industrial case study in technical product development. *Proceedings of the Design Society DESIGN Conference*, 1, 757-766. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/dsd.2020.15>
- Wilches, D., & Figueroa, P. (2019). Visualización de información urbana georeferenciada por medio de Realidad Aumentada. *I Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), 93-118. <https://doi.org/10.5944/ried.20.2.17602>
- Wu, H., & Zhou, S. (2018). Augmented reality in industry: Status and outlook. *Frontiers of Mechanical Engineering*, 13(3), 325-339. <https://doi.org/10.1007/s11465-018-0507-8>
- Zhang, Y., Zheng, Y., Zheng, L., & Xie, X. (2016). 3D Scene Reconstruction and Indoor Mapping for Augmented Reality Using RGB-D Camera. *Sensors*, 16(3), 1-24. <https://doi.org/10.3390/s16030354>

Prototipo de simulador de parto tipo pelvis con sistema de visualización en tiempo real para el Instituto Universitario American College-2023

Prototype of a pelvis-type birth simulator with real-time visualization system for the American College University Institute-2023

María del Cisne Cuenca Soto¹ , Jorge Patricio Chuya Zumba² , Sandra Cecilia Salazar Montesdeoca³
Diego Mauricio Salazar Montesdeoca⁴ 

¹ Instituto Universitario American College, investigacion@americancollege.edu.ec, Guayaquil, Ecuador

² Instituto Universitario American College, jorge.chuya@americancollege.edu.ec, Guayaquil, Ecuador

³ Instituto Universitario American College, rectorado@americancollege.edu.ec, Guayaquil, Ecuador

⁴ Instituto Universitario American College, vicerrectorado@americancollege.edu.ec, Guayaquil, Ecuador

Autor para correspondencia: @americancollege.edu.ec

RESUMEN

Los simuladores de parto son herramientas educativas utilizadas en entornos médicos y de capacitación para entrenar a futuros profesionales, en el sistema sanitario. El objetivo general de esta investigación es realizar un prototipo de simulador de parto tipo pelvis con un sistema de visualización en tiempo real mediante el módulo ESP-Wroom 32 adaptado a la web para el Instituto Universitario American College. La metodología que se utilizó fue preexperimental de tipo transversal, se desarrolló un prototipo que consta de tres fases que son: diseño, programación y ensamblaje. Para la adquisición y adecuación de los datos se emplea seis sensores que están ubicados en puntos estratégicos en el neonato. Las variables de medición son presión, fuerza y nivel de curvatura, mientras que, para la transmisión de datos hacia la web, se realiza mediante una conexión WIFI que se habilita por medio de una dirección IP con el módulo. El resultado fue, que el simulador de parto se adapta a estos dispositivos con la finalidad de tener un ambiente controlado especialmente durante el proceso enseñanza aprendizaje, los datos que se obtiene permite al estudiante tener una retroalimentación directa en tiempo real, para que en el momento de un parto realice el manejo adecuado.

Palabras clave: ESP-Wroom 32, Simulador de parto, Ambiente controlado, Atención Prehospitalaria

ABSTRACT

Birth simulators are educational tools used in medical and training settings to train future professionals in childbirth-related procedures. These kits can have varying levels of realism and functionality, but typically include aspects such as the anatomy of the pelvis and female reproductive organs, as well as the ability to simulate various birth scenarios. The general objective of this research is to make a prototype of a pelvis-type birth simulator with a real-time visualization system using the ESP-Wroom 32 module adapted to the web for the American College University Institute. The me-

thodology used is pre-experimental of a transversal type, a prototype was developed that consists of three phases: design, programming, and assembly. For the acquisition and adaptation of the data, six sensors are used that are located at strategic points in the neonate. The measurement variables are pressure, force and level of curvature, while, for the transmission of data to the web, it is done through a WIFI connection that is enabled through an IP address with the module, this allows the data to be viewed from any device. As a result, the birth simulator adapts to these devices to have a controlled environment, especially during the teaching-learning process. The data obtained allows the student to have direct feedback in real time, so that, at the time of delivery, carry out appropriate management. This simulator allows the teacher and student to improve the quality of prehospital care.

Key words: ESP-Wroom 32, Birth simulator, Controlled environment, Prehospital Attention

1. INTRODUCCIÓN

Si bien el embarazo es considerado un evento fisiológico completamente normal, existen complicaciones en donde las pacientes embarazadas desarrollan patologías obstétricas que se asocian no solo a la mortalidad perinatal, sino también a la mortalidad materna, es un problema bastante frecuente que mujeres fallecen durante el embarazo o el parto, por complicaciones obstétricas, como señalan estudios realizados, entre otros países, en Estados Unidos como consecuencia de errores médicos y por falta de prácticas en simuladores, existía una estadística de 100.000 muertes anuales en hospitales de este país (Astudillo, 2015).

Un problema grave se origina, cuando las urgencias de tipo obstétrico se producen en pacientes que no presentan factores de riesgos asociados, casos donde la prevención y una identificación precoz, sumada a la respectiva intervención, son de vital importancia para poder prevenir y reducir la tasa de mortalidad (Rey et al, 2006).

La enseñanza de la parte clínica con pacientes reales presenta desventajas en el área de urgencia o emergencias, porque implica partes bioéticas que generan restricciones, haciendo que sea imposible que el docente realice una exposición uniforme del problema o explicar detalladamente métodos o maniobras que permiten el desarrollo de habilidades y destrezas en los estudiantes. En esta misma línea, se ha demostrado que mediante la valoración de la utilidad del uso de simuladores en los procesos de enseñanza-aprendizaje, se mejora el nivel de conocimientos y destrezas en emergencias obstétricas (Astudillo et al, 2015).

Durante el embarazo y el parto se pueden presentar complicaciones que ponen en riesgo la vida de la mujer y el feto, por lo tanto, es importante que el tecnólogo paramédico tenga los conocimientos y destrezas necesarias para estabilizar a una mujer gestante, es importante que los estudiantes puedan identificar problemas durante la gestación e iniciar las maniobras o tratamientos adecuados para disminuir el riesgo de muerte materna y neonatal.

Por lo antes mencionado surgen las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuáles son las estrategias para que el profesional paramédico mejore las habilidades y destrezas en temas obstétricos?

¿Por qué es importante que el simulador de parto tipo pelvis tenga un sistema de visualización en tiempo real como retroalimentación?

¿Cuáles son los beneficios de incorporar simuladores tecnológicamente adaptados en el proceso enseñanza aprendizaje?

Ante la problemática encontrada se identificó la necesidad de mejorar la formación de los profesionales en base a simuladores que abarcan un amplio espectro, desde la reproducción de partes del cuerpo, hasta la imitación de las interacciones complejas del organismo con parámetros fisiológicos variables. En el área obstétrica, la utilización de simuladores ha permitido un mejor adiestramiento de estudiantes de medicina, enfermería y de especialistas en diferentes residencias clínicas y quirúrgicas, además del perfeccionamiento de técnicas invasivas y quirúrgicas (Argandoña, 2017).

Otra arista destacada es el uso de simuladores, dependiendo el tipo, es que permite practicar sin riesgo, pudiendo repetir las maniobras en reiteradas ocasiones, y fomentar el trabajo en equipo (Odriozol et al, 2011). La simulación obstétrica ha sido desarrollada para la práctica de competencias, tanto en partos normales o complicados, aplicados específicamente en el campo de las urgencias obstétricas, que son las que el tecnólogo paramédico debe afrontar en su día a día. En otros estudios se concluyó que los estudiantes, mejoraron su confianza para realizar maniobras de Leopold y medición de la altura después del taller con el simulador de embarazo gracias al entrenamiento con el simulador (Palés y Gomar, 2010). Sobre la aplicabilidad de simuladores de mediana complejidad en el proceso de formación de residentes de ginecología y obstetricia; utilizaron aleatoriamente 2 grupos y las habilidades asociadas al uso de las espátulas de Thierry se adquirieron completamente en el grupo expuesto a un taller con simuladores (Baeza et al, 2010).

El Instituto Universitario “American College”, como institución educativa comprometida con la sociedad y con la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje en los profesionales tecnológicos y técnicos en el área de Paramedicina ha desarrollado una serie de laboratorios de simulación que permite que el estudiante desarrolle habilidades y destrezas específicas en sus distintas áreas de aplicación.

Conscientes de la necesidad de brindar todas las herramientas posibles que permitan la mejora de las destrezas de los estudiantes y puedan afrontar los retos profesionales de una mejor manera, se ha identificado la necesidad de implementación de nuevos simuladores dentro del área Gineco – Obstétrica. Una vez concluido el análisis de estas necesidades, se observó que el material de simulación existente en del laboratorio de urgencias obstétricas, no es el suficiente ni adecuado para cubrir la demanda de estudiantes, por ende, los objetivos de aprendizaje planteados del programa de estudio no serían cubiertos en su totalidad. La implementación de estos equipos de simulación constituye un mecanismo pedagógico innovador que ayudará a la pericia de los estudiantes y la comprensión de la teoría. El uso de simuladores de parto ha demostrado ser sumamente efectivo para generar seguridad a la hora de realizar exploraciones ginecológicas y al momento de asistir partos, evitando el uso de pacientes como escenario de aprendizaje, además se comprueba una mejor comprensión de la teoría vista en las aulas (De la Calle et al, 2014).

Objetivos

General: Desarrollar un prototipo de simulador de parto tipo pelvis con sistema de visualización en tiempo real mediante el módulo ESP-Wroom 32 con conexión a la web para el Instituto Universitario American College.

Específicos:

- Indagar en la literatura sobre simuladores sofisticados de tipo pelvis mediante una revisión bibliográfica.
- Diseñar y programar el sistema electrónico de visualización, utilizando sensores especializados y el módulo ESP- Wroom 32.
- Acoplar el controlador con el simulador.
- Realizar la comunicación entre el módulo y los dispositivos para la lectura de los datos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño metodológico

Enfoque: Cuantitativo.

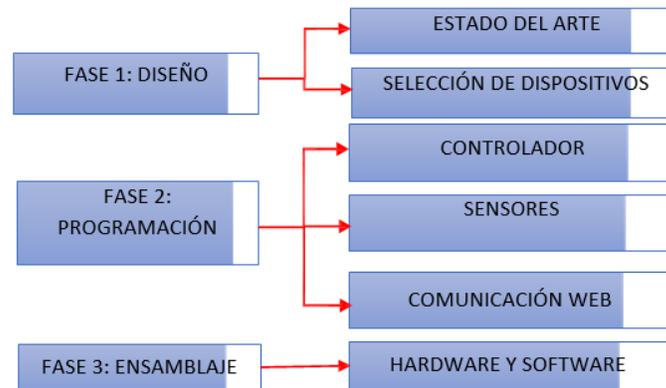
Tipo de estudio: preexperimental y transversal.

Diseño: Estudio de campo prototipo

Área de estudio: El presente estudio se desarrolló en la Unidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico e Innovación (UIDTI) del Instituto Universitario “American College”, en la ciudad de Cuenca, Azuay, Ecuador.

El proyecto se lo realiza en tres fases como se muestra en el siguiente diagrama:

Figura 1: Diagrama de metodología para el desarrollo del proyecto



Nota: La figura representa la distribución de las fases que se utilizó en la metodología del proyecto, donde se ejecuta tres fases.

En la fase uno, se realiza una recopilación de información donde permite seleccionar los dispositivos que se utilizó en el proyecto tales como:

- ESP WROOM 32
- Sensor de fuerza FSR 402
- Sensor de fuerza FSR 1645
- Sensor Flex 4.5 pulgadas
- Protoboard mini de 400 Puntos 2 terminales
- Batería 18650 de li-ion 2600 mAh + cargador
- Resistencias de ¼ w de varios valores
- Simulador de parto tipo pelvis (estándar)

- Cables de conexión
- Dispositivo electrónico (Tablet o celular)

En la fase dos, se realiza la programación específicamente para el controlador ESP WROOM 32 y la conexión de los sensores, las líneas de código del programa se realizaron mediante el programa IDE Arduino versión 1.8.19, para la comunicación web se utilizó librerías para que el módulo funcione como un servidor web y la visualización de los datos se ejecutó en una página diseñada en código HTML. Estos dos programas se fusionaron para obtener y visualizar las variables de fuerza, presión y giro en los dispositivos electrónicos.

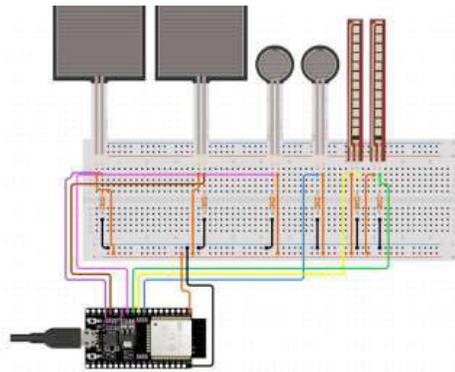
Por último, la fase tres es la de acople, es decir acoplar el sistema de control electrónico con el simulador de parto estándar, es decir la parte física está constituida por el simulador de pelvis tipo parto, el controlador (ESP32) y los sensores que están ubicados estratégicamente en el neonato (simulador). Para que el sistema entre en funcionamiento, se ha configurado al módulo ESP32 como un servidor Web por medio de librerías especializadas, que permite a su vez recibir los datos y visualizar mediante gráficas los valores que emiten los 6 sensores (fuerza, presión y rotación). Estos datos se adquieren en tiempo real, lo cual permite al docente realizar la retroalimentación inmediata mientras observa la ejecución realizada por el estudiante.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diseño del circuito

Una vez que se seleccionaron y adquirieron todos los dispositivos para el proyecto, se procedió con el diseño del circuito electrónico que permite conectar los seis sensores al cerebro ESP-Wroom 32 y este a su vez a la batería externa para que todo el hardware del proyecto pueda enviar información de forma inalámbrica. En la figura 2 se puede observar el diagrama de conexión de todos los componentes del proyecto.

Figura 2. Diagrama del diseño del circuito

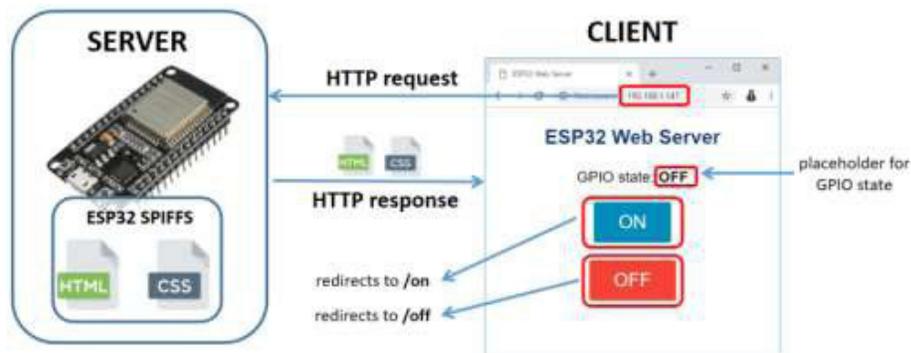


Nota. Se observa la conexión de los seis sensores (presión, fuerza y giro) que reciben la información y el controlador ESP-Wroom 32 para el procesamiento de los valores.

Programación de los sensores y el controlador

La programación del controlador asignado como cerebro del prototipo, se utiliza un lenguaje de programación tipo C++, esto permite configurar las variables con los sensores para registrar los valores de cada punto estratégico. Dos sensores de fuerza están colocados en el parietal (Fontanela esfenoidea), los sensores de presión están colocados en el cuello y los de giro en el húmero, colocados en la zona derecha e izquierda para que se lean los valores, permitiendo realizar la retroalimentación necesaria. Para la conectividad en la web se utilizan librerías de licencia libre del programa IDE Arduino, el cual permite conectar mediante WiFi a cualquier dispositivo electrónico (tablet o celular). Además, se ha programado una conexión bidireccional para enviar y recibir datos hacia una página Web, el controlador será el servidor y en la plataforma Web mediante una IP que es el cliente se dará el acceso para la visualización de los resultados.

Figura 3. Diagrama de conectividad del servidor



Nota. Se observa que el módulo es el servidor y mediante una IP se puede realizar la conexión para la visualización de los valores mediante gráficas.

Ensamblaje del prototipo del simulador de parto tipo pelvis modificado

Antes de probar todo el sistema de visualización completo, fue necesario configurar y testear por separado, en primer lugar, el cerebro de todo el sistema: el microcontrolador mini ESP WROOM 32 debido a que no sólo tiene periféricos para lectura de sensores sino también dispone de protocolos de comunicación bluetooth y WiFi, para el actual proyecto se ha seleccionado el canal WiFi para la creación de un Servidor Web que permite el acceso vía internet. A continuación, se probó de forma individual cada uno de los sensores: Fuerza, Presión y Flex para configurarlos y poder generar las gráficas de retroalimentación, que es la herramienta de ayuda que otorga el dispositivo.

Una vez que se han colocado los seis sensores en el simulador y se obtuvo el funcionamiento requerido del circuito electrónico, se procedió con el ensamble completo del prototipo, siguiendo la secuencia que se muestra en la parte superior de la figura 4.

Figura 4. Ensamblaje del prototipo del simulador tipo pelvis



Nota. Se observa la composición de prototipo, se tiene el controlador, adecuación de los sensores en los puntos estratégicos en el neonato y conexión de los cables.

Visualización de los resultados en la Aplicación

Se puede observar los datos que se obtienen desde el sensor de Fuerza de tipo cuadrado, que está colocado en la zona parietal del simulador neonato. La unidad de medida que se ha seleccionado son los Newtons y la forma de interpretar este gráfico es que se determina un rango máximo de fuerza que es el valor de 240N, esto permite indicar que, si el estudiante supera ese valor al atender un alumbramiento, se ha aplicado una fuerza excesiva sobre la base del cráneo y parte del cuello del bebé, esta intervención puede causar lesiones

nes especialmente en plexo braquial o liga mentarías. El docente al visualizar que el estudiante sobrepasa el rango de fuerza al realizar la maniobra corrige en tiempo real para que mejore la habilidad y destreza.

Figura 5. Datos de los sensores



Nota. Se observa los valores de fuerza al realizar la maniobra por los estudiantes al desarrollar un protocolo de alumbramiento.

Por otro lado, en la figura 6 se puede observar los valores que se obtienen de los sensores de fuerza de tipo redondos, la función de los sensores del cuello es determinar si el estudiante mientras recibe al neonato cuida su cuello, están colocados en una posición específica que permite recibir esta información. En la interpretación de la gráfica, es necesario verificar si durante el proceso de intervención el estudiante presiona los puntos específicos del cuello para cuidar la integridad del bebé, tanto en la parte izquierda como derecha del cuello.

Figura 6. Datos de los sensores tipo redondo para el cuello



Nota. Se observa los valores de fuerza al realizar la maniobra por los estudiantes al desarrollar un protocolo de alumbramiento.

Por último, en la figura 7 se puede observar los valores que se obtienen de los sensores flex, estos miden el grado de rotación que se aplica al cuerpo del bebé, la función de los sensores flex es asegurarse que al extraer al bebé se agregue un giro que facilita la extracción de este. En la interpretación de la gráfica, es necesario verificar si durante el proceso de intervención el estudiante rotó al bebé, en valores esto se observa como un cambio brusco de sus valores, en este caso una reducción de 100 unidades indica que existió un giro correcto durante el proceso.

Figura 7. Datos de los sensores tipo flex



Nota. Se observa los valores de fuerza al realizar la maniobra por los estudiantes al desarrollar un protocolo de alumbramiento.

Discusión

Este prototipo fue diseñado con la finalidad de apoyo en el proceso de enseñanza aprendizaje en los estudiantes del quinto año de paramedicina, es importante incorporar tecnologías en su desarrollo de formación profesional, porque les permiten adquirir y mejorar las habilidades necesarias para brindar atención de calidad en situaciones obstétricas críticas, al tiempo que reducen los riesgos asociados con la atención médica en dichas circunstancias.

Un paramédico mediante esta herramienta (simuladores especializados) se prepara en emergencias reales, en la toma de decisiones oportunas, mejorar la organización del trabajo de equipo y colabora

tivo para brindar una atención de calidad. Los simuladores en la formación académica proporcionan una experiencia de entrenamiento lo más cercana posible a un parto real. Esto permite a los paramédicos adquirir habilidades prácticas y familiarizarse con los procedimientos necesarios en un ambiente controlado y seguro. Además, incrementar la confianza en el protocolo que se utiliza porque la retroalimentación por parte del docente es inmediata.

El prototipo es considerado como una ayuda primordial en el proceso de formación, donde le permite al estudiante practicar y manejar correctamente el protocolo para el alumbramiento del neonato, teniendo en cuenta los diferentes escenarios que se puedan presentar. Las variables de presión, fuerza y rotación son los componentes más relevantes para realizar la maniobra, por tal motivo se puede visualizar en el dispositivo mediante gráficas y rangos de valores cuando el estudiante aplica esta destreza.

Durante el análisis del estado del arte de los simuladores de parto, se encuentra que en el mercado existe un simulador “NOELLE CON OMNI2”, que está a la venta para que los estudiantes del área de la salud puedan realizar las prácticas correspondientes, este simulador consta de dos tablets inalámbricas para el instructor OMNI2, modelo de bebé para el parto y un software especializado, esta es una empresa que se dedica a la fabricación de simuladores, la empresa es de España llamada More Than Simulators, en relación al prototipo diseñado el enfoque es limitado porque se centra en la retroalimentación del alumbramiento del neonato, en cambio el NOELLE permite realizar propuestas de aprendizajes más completos, pero su precio de adquisición es alto con respecto al prototipo que tiene un diseño en bajo costo pero con la funcionalidad de brindar una mejora en el proceso de enseñanza aprendizaje con calidad, además un fácil uso.

Existe otro simulador de parto denominado Victoria, es una implementación con un aspecto del 98% de realidad donde permite a los usuarios practicar en diferentes escenarios, pero no tiene un control donde se pueda visualizar los signos del paciente mientras se realiza el protocolo, en comparación con el prototipo desarrollado la retroalimentación en tiempo real permite a los estudiantes adaptar al entorno, mantener un grado de presión y fuerza sobre el manejo de alumbramiento del bebé, practicar con la maniobra las veces que sea necesario.

4. CONCLUSIONES

Mediante la revisión de la literatura se encontró que en el mercado hay varias empresas destinadas al diseño y construcción de simuladores de tipo pelvis con un control en tiempo real, el diseño que utiliza es una estructura mecánica que simule la parte anatómica de forma precisa que oferte movilidad y realismo, acoplados a sensores para medir fuerza, posición de las articulaciones, presión entre otros parámetros, además al utilizar tecnología permite proporcionar retroalimentaciones de forma visual o auditiva a los usuarios. Diseñar un simulador de pelvis eficaz puede ser un desafío técnico y médico, pero puede ser una herramienta invaluable para la formación médica y la práctica de procedimientos médicos. Es importante trabajar en estrecha colaboración con profesionales de la salud y expertos en simulación médica durante todo el proceso de diseño.

En la parte del diseño y la programación fueron estructurados como fase uno y dos para posteriormente realizar el ensamblaje, para el diseño se utiliza hardware que es el controlador compuesto por el módulo y los sensores que receptaran los datos de fuerza, presión y posición del ángulo. La complejidad del proyecto depende de los sensores que se seleccione y la interfaz de usuario que desees crear.

Para la comunicación se utiliza el módulo ESP-WROOM-32 transmisión de datos hacia la web, se realiza mediante una conexión WIFI que se habilita por medio de una dirección IP con el módulo, esto permite visualizar los datos desde cualquier dispositivo.

Un prototipo de simulador de parto tipo pelvis con sistema de visualización en tiempo real es una herramienta valiosa para la capacitación, investigación y mejora de la atención obstétrica. Contribuye a la seguridad del paciente, la formación de profesionales de la salud y el avance de la medicina en el campo del parto y obstetricia. Este tipo de simulador no solo ofrece un ambiente seguro para el entrenamiento de profesionales de la salud, sino que también tiene un impacto positivo en el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes.

REFERENCIAS

- Argandoña, J. 2017. Eficacia del uso del Simulador Obstétrico en el Desarrollo de Competencias en alumnos del curso de Obstetricia I de la Facultad de Obstetricia de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huanuco. Perú.
- Astudillo, M., Sánchez, D. 2015. Valoración de la utilidad del uso de simuladores de alta definición en el proceso de enseñanza-aprendizaje para mejorar el nivel de conocimientos y destrezas en Emergencias Obstétricas. Ecuador.; pp. 7-25.
- Baeza, A., Mella, J., Soldati, A. 2010. Escuelero E. Aplicabilidad de simuladores de mediana complejidad en el proceso de formación de residentes de ginecología y obstetricia. Rev. chil. obstet. ginecol. octubre; 75(6).
- De la Calle, M., Usandizaga, E., Busto, M., Bartha, J. (2014). Desarrollo de competencias instrumentales y actitudinales en alumnos de 4º de Medicina utilizando simuladores de partos y exploraciones ginecológicas. X Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria. Universidad Europea de Madrid.
- Gómez Fleitas M., Manuel Palazuelos JC. 2011. La simulación clínica en la formación quirúrgica en el siglo XXI. Cirug Esp, 89,3: 133-135.
- Odriozola, F., Alonso, J., López M. 2011. Entrenamiento de equipos interdisciplinarios en urgencias obstétricas mediante simulación clínica. Rev. Progreso de Ginecología y Obstetricia. 54(12): p. 618-624.
- Oyarzún, E., Kusanovic, P. (2011). Urgencias en obstetricia. Revista Médica Clínica Las Condes, 22(3), 316–331.
- Palés, J., Gomar, C. 2010. El uso de las simulaciones en educación médica. Teoría de la educación y cultura en la sociedad de la información. España. 11(2).
- Pugh CM, Salud LH. 2007. Fear of missing a lesion: use of simulated breast models to decrease student anxiety when learning clinical breast examinations. Am J Surg. 193, 6: 766-70.
- Rey, G., Visconti, A., Balager, E., Martínez, J. (2006). Uso de simuladores en ginecología y obstetricia: Experiencia en la enseñanza de pregrado. Educación Médica, 9(4b), 229- 233.
- Sernaqué Nizama, J. F., & Tuesta Alamo, B. I. (2022). Desarrollo de aplicaciones para IoT con módulos embebidos Esp-Wroom-32 usando MQTT-Broker y herramienta IFTTT

Aplicación de la Realidad Aumentada utilizando la plataforma Merge Edu para el estudio de los planetas del sistema solar. Caso: “She Is Astronauta Ecuador”, edición 2022

Augmented Reality application using the Merge Edu platform for the study of the planets of the solar system. Case: “She Is Astronauta Ecuador”, 2022 edition

Diego Vicente Guamán Jima¹ , Wagner Roberto Morocho Chamba² , Luis Ángel Chalán Tene³

¹ Instituto Superior Tecnológico Amazónico, diego17@istam.edu.ec, Zamora, Ecuador

² Instituto Superior Tecnológico Amazónico, wagnerberth@gmail.com, Zamora, Ecuador

³ Instituto Superior Tecnológico Amazónico, luischalan31@gmail.com, Zamora, Ecuador

Autor para correspondencia: diego17@istam.edu.ec

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de investigación, es demostrar la aplicación de la realidad aumentada en el estudio específico de los planetas de nuestro sistema solar, para lo cual; se participó con la propuesta de un proyecto tecnológico relacionado al estudio de la astronomía, propiciado por la Fundación She Is Astronauta que mantiene una alianza estratégica con el Space Center de la NASA, con la finalidad de impactar positivamente en la vida de niñas en condiciones de vulnerabilidad de Colombia, Perú, Ecuador, Costa Rica y República Dominicana. Para este proyecto se utilizó el software Merge Cube que permite un aprendizaje intuitivo y amigable, sin exigir como base conocimientos en Realidad Aumentada o en manejo de herramientas informáticas complejas; empleando este software, se propuso que la estudiante Alexandra Bosa del décimo año del colegio Juan XXIII del cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe; se capacite en el ámbito de la realidad aumentada y su aplicación en el estudio de los planetas; para que de esta manera, pueda transmitir este conocimiento a los estudiantes de los diferentes colegios y escuelas del cantón Yantzaza, logrando una alfabetización digital a la sociedad y el impulso a la utilización de las nuevas tecnologías en temas de enseñanza y aprendizaje. Este proyecto le permitió a la estudiante Alexandra obtener el segundo lugar a nivel nacional y acceder a la visita del Space Center de la Nasa en Estados Unidos.

Palabras clave: Software, Realidad Aumentada, Pedagogía Tecnológica

ABSTRACT

The objective of this research work is to demonstrate the application of augmented reality in the specific study of the planets of our solar system, for which; We participate with the proposal of a technological project related to the study of astronomy, promoted by the She Is Astronaut Foundation, which maintains a strategic alliance with the NASA Space Center, with the purpose of positively impacting the lives of girls in conditions of vulnerability of Colombia, Peru, Ecuador, Costa Rica and the

Dominican Republic. For this project, the Merge Cube software was used, which allows intuitive and friendly learning, without requiring knowledge in Augmented Reality or the use of complex computer tools as a base; Using this software, it was proposed that the student Alexandra Bosa from the tenth year of the Juan XXIII school in the Yantzaza canton, province of Zamora Chinchipe; be trained in augmented reality and its application in the study of planets; so that in this way, this knowledge can be transmitted to the students of the different colleges and schools in the Yantzaza canton, achieving digital literacy in society and promoting the use of new technologies in teaching and learning issues. This project allowed student Alexandra to obtain second place nationally and access the visit to the NASA Space Center in the United States.

Key words: Software, Augmented Reality, Technological Pedagogy

1. INTRODUCCIÓN

Hou, M., & Wang, H. (2020) indican que la fusión de la tecnología educativa y la realidad aumentada puede ofrecer experiencias de aprendizaje únicas e interactivas para los estudiantes. Para lograr esto, según como mencionan Kucuk, S., & Sahin, I. (2018), se puede utilizar software de realidad aumentada que permitan a los usuarios ver objetos y escenarios virtuales superpuestos en el mundo real a través de la cámara de un dispositivo móvil o una tableta.

La implementación de tecnologías de realidad aumentada en el entorno educativo mejora significativamente el proceso de aprendizaje, haciendo que los estudiantes comprendan de manera más efectiva conceptos que de otro modo serían difíciles de asimilar (García & Pérez, 2021).

La adopción de la realidad aumentada en el ámbito educativo no solo incrementa el interés de los alumnos, sino que también les proporciona una forma de aprendizaje que va más allá de los métodos convencionales, favoreciendo así una mayor participación y entusiasmo en el proceso educativo (López & Fernández, 2022).

EducaLink (2021) destaca diversas aplicaciones de la realidad aumentada en el ámbito educativo, incluyendo la integración de contenido digital en libros electrónicos, su uso en laboratorios de ciencia para proporcionar acceso a información adicional mediante videos y aplicaciones, y el enriquecimiento de las excursiones educativas con información adicional sobre monumentos o exposiciones en museos.

Cacheiro María (2018) asevera que existe la falsa creencia de que las Tecnologías de la Información y Comunicación por sí solas mejoran la calidad educativa, sin tener en cuenta completamente una planificación ni una reorganización pedagógica del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Martin-Gutiérrez et Al (2015) manifiestan que, en el ámbito educativo, los profesores pueden utilizar la realidad aumentada para mejorar la comprensión de los estudiantes en áreas como la ciencia, la historia y la geografía, al permitir que los estudiantes exploren y interactúen con objetos virtuales en tiempo real. También se pueden crear juegos y actividades interactivas de realidad aumentada que involucren a los estudiantes en el aprendizaje de una manera divertida y atractiva (Azuma R, 2017).

El uso de una tecnología innovadora en el aula hace que la motivación del alumno incrementa considerablemente, la realidad aumentada a través de sus aplicaciones y el uso de los dispositivos necesarios representan un recurso apropiado para realizar actividades entre alumnos, facilita el trabajo en grupo (Blázquez, 2017).

Como referencia de la importancia de la realidad aumentada en la educación, Dorta Pina y Barrientos Núñez (2021) demuestran que tiene un impacto significativo en la capacidad intelectual de los estudiantes, especialmente en la educación superior. Estudios han evidenciado que la RA incrementa la atención y motivación de los estudiantes, facilitando el aprendizaje y la adquisición de conocimientos. Además, ayuda a crear escenarios de aprendizaje más enriquecidos y motivadores, fomentando así una educación más colaborativa e interactiva. La RA también ha sido útil en el desarrollo de habilidades prácticas, como el ensamblaje de computadoras, al ofrecer contenidos de manera creativa y dinámica, lo que resulta en una didáctica más atractiva y motivadora en cualquier nivel educativo.

Existen varios software de realidad aumentada que se pueden utilizar en el ámbito educativo, como Aurasma, HP Reveal, Merge Edu y Blippar, entre otros. Estos aplicativos permiten crear experiencias de realidad aumentada personalizadas utilizando imágenes, videos y animaciones, lo que puede ayudar a los estudiantes a visualizar conceptos abstractos y comprender mejor el contenido del curso (Miriam et al, 2020).

Para este proyecto se ha empleado la plataforma Merge Edu con la utilización de su tecnología denomina

nada Merge Cube, el cual es un cubo de espuma con patrones de realidad aumentada en cada una de sus seis caras que permite a los usuarios experimentar con la realidad aumentada. Es compatible con varios dispositivos móviles y es utilizado principalmente para aplicaciones educativas y de entretenimiento.

Para utilizar Merge Cube en aplicaciones de realidad aumentada, se necesita un software específico, como Merge EDU, que es una plataforma de aprendizaje en línea basada en la realidad aumentada. Merge EDU permite a los profesores crear actividades y lecciones de realidad aumentada personalizadas utilizando el Merge Cube, para proporcionar una experiencia de aprendizaje más interactiva y atractiva para los estudiantes.

El software Merge Cube también incluye una biblioteca de aplicaciones de realidad aumentada para el Cube, como “Merge Explorer”, que permite a los usuarios explorar el sistema solar, la anatomía humana y otros temas mediante la visualización de objetos virtuales en el Merge Cube.

La Fundación She Is fue fundada en el año 2016 por la CEO, Nadia Sánchez, con el objetivo de empoderar a las niñas y mujeres en condiciones de vulnerabilidad por medio del emprendimiento y la educación en ciencia y tecnología.

Según Fundación She Is (2022). En los últimos seis años, se han beneficiado a más de 16,000 niñas y mujeres mediante los programas como She Is Astronauta y She Is Esmeralda. Actualmente operan en Colombia, Perú, Ecuador, Costa Rica y República Dominicana. El programa She Is Astronauta, cuenta con una línea de inmersión de una semana en las instalaciones del Space Center de la NASA en Houston, una vez culminada la etapa de educación virtual, la cual tiene una duración de 4 meses.

La señorita Alexandra Bosa, estudiante del décimo año del colegio fiscomisional Juan XXIII, del cantón Yantzaza provincia de Zamora Chinchipe, fue la beneficiaria para llevar a cabo este proyecto y poder ser parte del grupo de niñas que viajó a Estados Unidos, para lo cual; inicialmente se la entrenó en el manejo de las herramientas de realidad aumentada y los conceptos de los modelos 3D que se requerían para el estudio de los planetas del sistema solar, de tal manera, que adquiriera el conocimiento necesario para replicarlo en capacitaciones y talleres efectuados a docentes y estudiantes de escuelas y colegios del cantón Yantzaza.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En primera instancia se hizo un estudio genérico para identificar los pasos más relevantes al momento de interactuar con herramientas de realidad aumentada disponibles de forma gratuita en internet, obteniendo los siguientes puntos clave:

Seleccionar la plataforma

Hay diferentes plataformas que se pueden utilizar para crear aplicaciones de realidad aumentada, como ARKit de Apple, ARCore de Google, Vuforia, Unity, entre otras. Seleccionar la plataforma que mejor se adapte a las necesidades y requerimientos. Es importante mencionar que existen aplicativos como Merge Edu, enfocados al público que no tiene conocimientos en programación, permitiendo cargar los modelos 3D que se van a renderizar de forma fácil e intuitiva.

Crear el contenido

Para crear una aplicación de realidad aumentada, se necesita contenido en 3D que pueda ser integrado en la aplicación. Se puede crear contenido personalizado o utilizar recursos disponibles en línea.

Desarrollar la aplicación

Una vez que se dispone del contenido o modelos 3D, se debe desarrollar la aplicación de realidad aumentada o utilizar una disponible en Internet. Esto implica utilizar la plataforma seleccionada y seguir las instrucciones para integrar el contenido y desarrollar la funcionalidad de la aplicación.

Probar la aplicación

Una vez que la aplicación esté desarrollada, o los modelos 3D han sido cargados y configurados en un software de uso genérico para realidad aumentada, se debe probar para asegurarse de que funcione correctamente y cumpla con el objetivo definido. Realizar pruebas exhaustivas y pedir retroalimentación a los usuarios. Una vez que se conoce de forma genérica el procedimiento para trabajar con realidad aumentada, en este apartado; se detallará los pasos a tener en cuenta para emplear el software Merge Edu juntamente con la tecnología Merge Cube.

Creación de cuenta

Primeramente, se debe crear una cuenta estudiantil o como docente en la plataforma Merge Edu, cuyo link es el siguiente: <https://mergeedu.com/>.

Configurar el cubo

Una vez que se descargó la aplicación en el dispositivo móvil, se procedió a configurar el cubo Merge, para lo cual se siguieron las instrucciones que aparecen en el mismo aplicativo o en la plataforma Merge Edu. Si no se dispone del Cubo Merge, se puede comprar uno en línea o imprimir un cubo Merge en 3D en la página oficial <https://mergeedu.com/download/file.php?f=paper-merge-cube.pdf>.

Seleccionar la aplicación

La aplicación Merge Cube tiene una variedad de aplicaciones que se pueden utilizar con el cubo. Se debe seleccionar la aplicación que se desea emplear y seguir las instrucciones de la aplicación, para visualizar los modelos 3D que se emplearon para el proyecto, se utilizó el aplicativo Object Viewer disponible en Android y Apple.

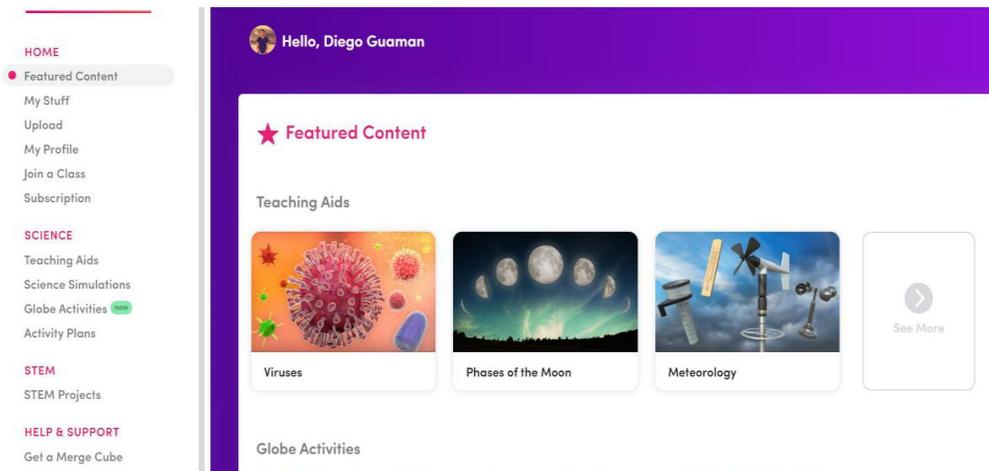
Escanear y Usar el cubo

Para la utilización del cubo Merge, se lo escaneó utilizando la cámara del dispositivo móvil desde la aplicación Object Viewer, que fue la encargada de procesarla y renderizarla para su uso en realidad aumentada.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La plataforma Merge Edu dispone de un conjunto de recursos para trabajar con Realidad Aumentada y aplicar la metodología STEAM (acrónimo proveniente de las siglas en inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas). Primeramente, debe crear una cuenta en la plataforma Merge Edu para tener acceso a otras dependencias o tecnologías como Object Viewer, el cual es el encargado de leer los modelos 3D representados en el Cubo físico que se dispone a mano.

Figura 1. Inicio de Merge Edu



Nota: Captura de pantalla, de inicio de sesión de la página Merge Edu: <https://dashboard.mergeedu.com/home>

Es importante tener la cuenta creada en Merge Edu para tener acceso a otras funcionalidades de esta plataforma y poder acceder a los modelos 3D que se vayan cargando. El objetivo que permite identificar en el plano real los modelos 3D, es el Cubo de Merge, el cual se lo puede comprar en Amazon o descargarlo en PDF de su página oficial.

Figura 2. PDF del cubo de Merge



Nota: Imagen obtenida de la página oficial de Merge Edu

Se debe armar siguiendo los trazos que se muestran en el PDF y uniendo las aristas de color blanco, para obtener el cubo. Es importante que las paredes externas del cubo no presenten ningún desperfecto,

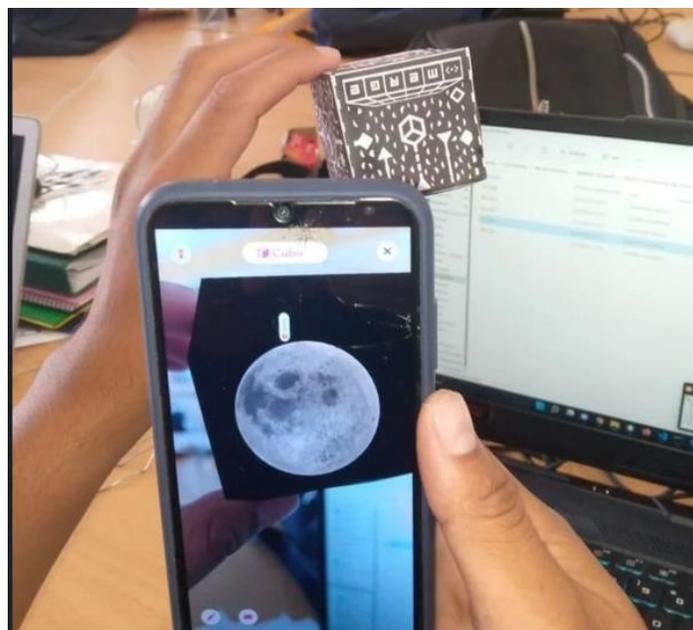
para que la cámara del dispositivo móvil pueda reconocer los patrones marcados y se pueda visualizar el modelo 3D.

Figura 3. Cubo de Merge armado



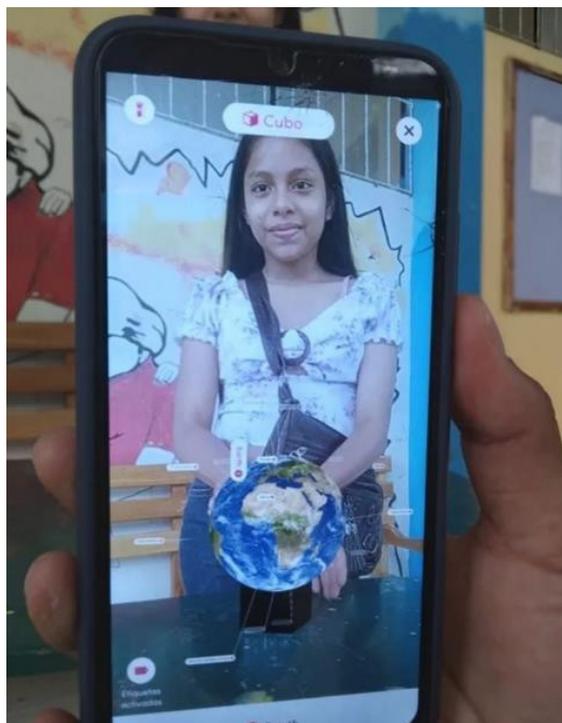
En el cubo resultante, se puede visualizar el objeto 3D en cualquiera de los lados del cuadrado.

Figura 4. Cargando Modelo 3D de la luna



Para visualizar los objetos 3D en el cubo, se requiere el aplicativo llamado Object Viewer.

Figura 5. Visualizando el planeta Tierra



Nota: En la imagen se puede visualizar a la estudiante que participó en el programa She Is Astronauta, utilizando el cubo de Merge

Figura 6. Capacitación a estudiantes de Tecnología Superior en Desarrollo de Software



Nota: Capacitación del uso y aplicación de la Realidad Aumentada en varias áreas del conocimiento humano, para este caso de estudio; los planetas del sistema solar

Figura 7. Estudiante Alexandra en su estancia en las Instalaciones del Space Center de la Nasa, en Estados Unidos



Mediante el presente proyecto de investigación, se ayudó a que la estudiante Alexandra Bosa pueda deó mostrar a sus compañeros de clase, estudiantes y docentes de diferentes escuelas y colegios del cantón Yantzaza provincia de Zamora Chinchipe, el uso de la realidad aumentada para el estudio de diferentes áreas del conocimiento humano, logrando una alfabetización tecnológica y abriendo nuevas expectativas a las nuevas generaciones sobre el uso adecuado de la tecnología. Con este proyecto Alexandra se ganó un cupo para visitar las instalaciones del Space Center de la Nasa en Estados Unidos, en el mes de septiembre del año 2022.

4. CONCLUSIONES

Merge Edu es una herramienta que combina la realidad aumentada con la pedagogía para mejorar la experiencia educativa de los estudiantes. A través de su uso, los estudiantes pueden visualizar y manipular objetos tridimensionales, lo que les permite tener una comprensión más profunda de los conceptos y temas que están estudiando. La realidad aumentada puede mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes con el aprendizaje, ya que les permite interactuar con los contenidos de una manera más atractiva e inmersiva.

Merge Edu puede ser una herramienta muy útil para la educación inclusiva, ya que permite a los estudiantes con discapacidades visuales o de movilidad interactuar con los contenidos de una manera más accesible. Merge Edu se destaca como una herramienta valiosa para la enseñanza en línea, facilitando

a los estudiantes una interacción con los contenidos que simula la experiencia de aprendizaje presencial. Esto contribuye significativamente a enriquecer la calidad de la educación a distancia, promoviendo un entorno de aprendizaje más inmersivo y efectivo.

REFERENCIAS

Cacheiro Gonzáles, M. (2018). Educación y tecnología: Estrategias didácticas para la integración de las TIC.

https://books.google.com.ec/books?id=KG5aDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Tecnologia+y+Educaci%C3%B3n&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwis0-3P3Ln9AhX8QTABHdMcD_8Q6AF6BAGLEAI#v=onepage&q=Tecnologia%20y%20Educaci%C3%B3n&f=false

García, A., & Pérez, R. (2021). Influencia de la realidad aumentada en la educación. Editorial Educativa.

Blázquez Sevilla, A. (2017). Realidad Aumentada en Educación. https://oa.upm.es/45985/1/Realidad_Aumentada__Educacion.pdf

Dorta Pina, D., & Barrientos Núñez, I. (2021). La realidad aumentada como recurso didáctico en la enseñanza superior [Augmented reality technology as a didactic resource in higher education]. Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Cuba. Recibido el 30 de junio de 2021; aprobado el 1 de octubre de 2021. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/3783/378370462010/>

López, M., & Fernández, S. (2022). Realidad aumentada: Transformando el aprendizaje. Ediciones Modernas de Aprendizaje.

EducaLink. (2021, junio 21). Los beneficios de la realidad aumentada en la educación. Recuperado de <https://www.educalinkapp.com/blog/beneficios-realidad-aumentada/>

Miriam A., Martha C., et al (2020). Haciendo Camino: Una mirada a la investigación en Tecnología Educativa. <https://books.google.es/books?isbn=8418615125>

Hou, M., & Wang, H. (2020). Research and application of augmented reality technology in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 13(15), 55-62. <https://doi.org/10.16150/j.cnki.jetde.2020.15.009>

Azuma, R. T. (2017). *Understanding augmented reality: Concepts and applications*. Morgan Kaufmann Publishers.

Kucuk, S., & Sahin, I. (2018). A systematic review of research on augmented reality in educational applications: Preservice teacher education and STEM education.

Journal of Educational Technology & Society, 21(2), 74-84. <https://doi.org/10.1109/MC.2012.119>

Martin-Gutiérrez, J., Mora, C. E., Añorbe-Díaz, B., & González-Marrero, A. (2015).

Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education. *Computers & Education*, 86, 152-161. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.03.006>

Fundación She Is. (2022). *She Is Astronauta – Inmersión*. <https://she-is.org/ellaesastronauta/>

BASES INDEXADAS



BUSCADORES



PLATAFORMA DE EVALUACIÓN

MIAR



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO RUMIÑAHUI

Dr. Ángel Huerta
Rector

Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui

Av. Atahualpa 1701 y 8 de febrero

Sangolquí, Ecuador

Teléfono: (+593) 23524529

Correo electrónico: info@ister.edu.ec

CONECTIVIDAD

REVISTA CIENTÍFICA
CONECTIVIDAD