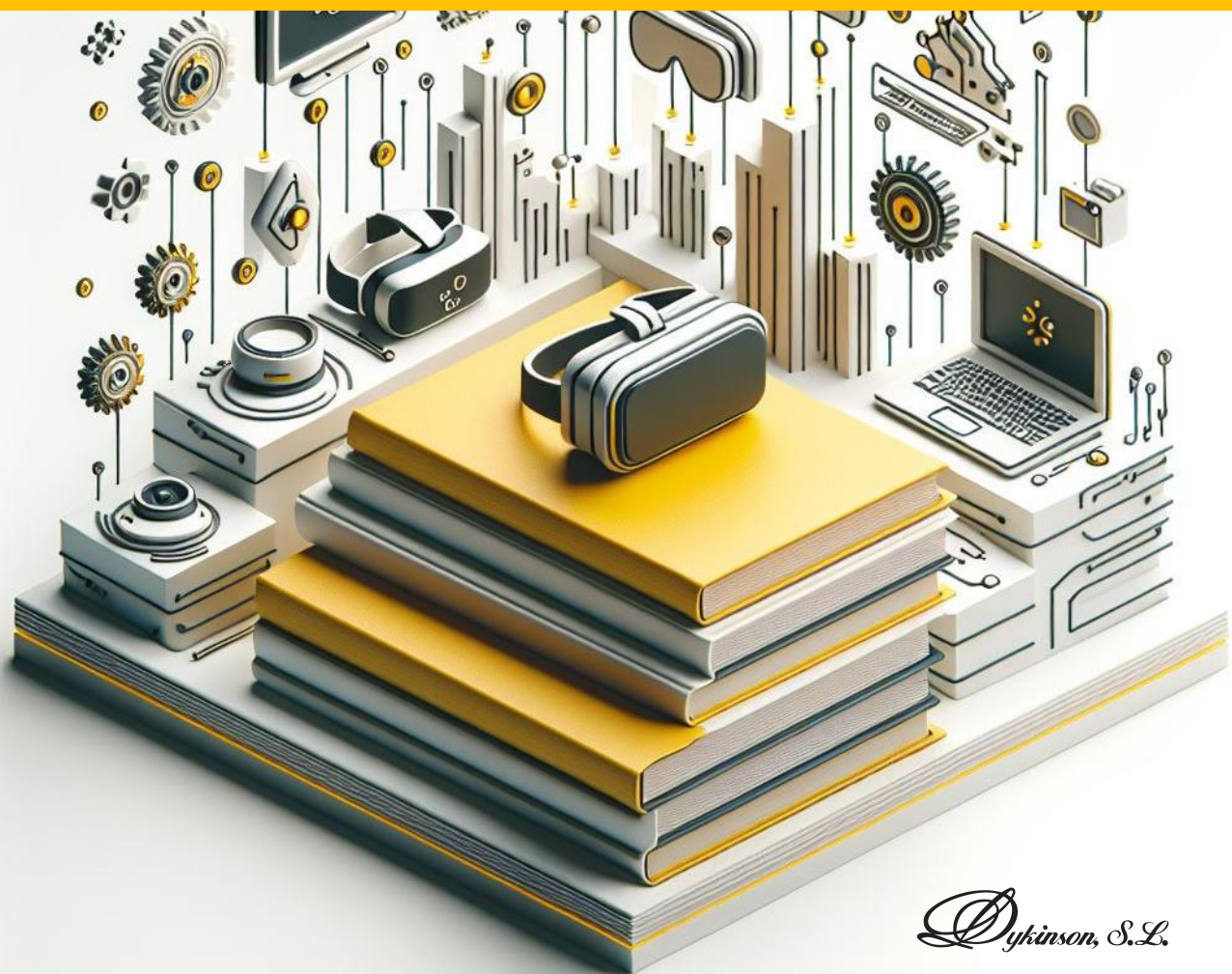


HORIZONTES DE APRENDIZAJE CON TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN EL CONTEXTO EDUCATIVO

Editores

RAQUEL BARRAGÁN-SÁNCHEZ
JOSÉ FERNÁNDEZ-CERERO
NOELIA PÉREZ-RODRÍGUEZ
ANTONIO PALACIOS-RODRÍGUEZ



Dykinson, S.L.

Editores

RAQUEL BARRAGÁN-SÁNCHEZ
JOSÉ FERNÁNDEZ-CERERO
NOELIA PÉREZ-RODRÍGUEZ
ANTONIO PALACIOS-RODRÍGUEZ

Universidad de Sevilla

**HORIZONTES DE
APRENDIZAJE CON
TECNOLOGÍAS
EMERGENTES
EN EL CONTEXTO EDUCATIVO**

 *Dykinson, S.L.*

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (art. 270 y siguientes del Código Penal).

Diríjase a Cedro (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con Cedro a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 917021970/932720407

Este libro ha sido sometido a evaluación por parte de nuestro Consejo Editorial
Para mayor información, véase www.dykinson.com/quienes_somos

© Copyright by
Los autores
Madrid, 2025

Editorial DYKINSON, S.L. Meléndez Valdés, 61 – 28015 Madrid
Teléfono (+34) 91544 28 46 – (+34) 91544 28 69
e-mail: info@dykinson.com
<http://www.dykinson.es>
<http://www.dykinson.com>

ISBN: 979-13-7006-024-4
DOI: <https://doi.org/10.14679/4021>

Preimpresión por:
Besing Servicios Gráficos S.L.
besingsg@gmail.com

Colección “Visiones de la tecnología educativa desde España e Iberoamérica”

Directores

Julio Cabero Almenara (Universidad de Sevilla)
M. Paz Prendes Espinosa (Universidad de Murcia)
Julio Ruiz Palmero (Universidad de Málaga)

Comité editorial

Adolfina Pérez i Garcías (Universidad de las Islas Baleares-España)	Jordí Adell Segura (Universitat Jaume I-España)
Alberto Eli Patiño Rivera (Pontificia Universidad Católica del Perú-Perú)	José María Ferenández Batanero (Universidad de Sevilla-España)
Ana María Ortiz Colón (Universidad de Jaén-España)	Juan Manuel Trujillo Torres (Universidad de Granada-España)
Antonio Bartolomé Pina (Universitat de Barcelona-España)	Juan Silva Quiroz (Universidad de Santiago de Chile-Chile)
Beatriz Cebreiro López (Universidad de Santiago de Compostela-España)	Julio Barroso Osuna (Universidad de Sevilla-España)
Carlos Castaño Garrido (Universidad del País Vasco-España)	Luisa María Torres Barzabal (Universidad Pablo Olavide - España)
Carmen Llorente Cejudo (Universidad de Sevilla-España)	Manuel Cebrián de la Cerna (Universidad de Málaga-España)
Fernando Leal Ríos (Universidad Autónoma de Tamaulipas-México)	Manuel Serrano Hidalgo (Universidad de Sevilla-España)
Inmaculada Aznar Díaz (Universidad de Granada-España)	Margarida Lucas (Universidad de Aveiro-Portugal)
Isabel Gutiérrez Porlán (Universidad de Murcia-España)	Marta Lucía Orellana (Universidad Autónoma de Bucaramanga-Colombia)
Ivanovna Milkwaya Cruz Pichardo (Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra- R. Dominicana)	Mercé Gisbert Cervera (Universidad Rovira y Virgili-España)
Jackson Colares da Silva (Universidad del Amazonas- Brasil)	Rosabel Roig Vila (Universidad de Alicante-España)
Jesús Salinas Ibáñez (Universidad de las Islas Baleares-España)	Verónica Marín Díaz (Universidad de Córdoba-España)
	Xavier Carrera Farrán (Universidad de Lleida-España)

La colección “Visiones de la Tecnología Educativa desde España y Latinoamérica”, está impulsada por el “Grupo de Investigación Didáctica” de la Universidad de Sevilla, la asociación “EDUTEC” y el “Instituto Andaluz de Investigación en Tecnología Educativa”. La finalidad de esta colección es contribuir a la divulgación de los hallazgos, reflexiones y prácticas que se están desarrollando en el contexto educativo iberoamericano sobre la Tecnología Educativa y el uso de las tecnologías emergentes, así como sus aplicaciones y potencial en la formación.

ÍNDICE

PRÓLOGO.....	8
INTEGRACIÓN DE DISPOSITIVOS IOT EN AULAS INTELIGENTES: UN ENFOQUE PARA LA INTEROPERABILIDAD	11
PRÁTICAS DE EDUCAÇÃO CLIMÁTICA UTILIZANDO TECNOLOGIAS DIGITAIS... 30	
TRANSICIÓN DE LOS SABERES DIGITALES: DE LO INCIPIENTE A LO AVANZADO	57
AULA INVERTIDA Y HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UNA EXPERIENCIA DE INNOVACIÓN EDUCATIVA	72
ANÁLISIS Y EFECTOS DE LA REALIDAD AUMENTADA EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO	88
FORMACIÓN NO REGLADA EN ANIMACIÓN EN 3D PARA ALUMNADO DE SECUNDARIA: UNA PROPUESTA DESDE LA UNIVERSIDAD.....	106
ÉTICA Y TECNOLOGÍA: DESAFÍOS DE LA INTRODUCCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN EDUCACIÓN ARTÍSTICA	122
EXTRAER DATOS DEL CAMPO: METODOLOGÍA CUALITATIVO-CUANTITATIVA C.A.Q.D.AS Y USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL	139
FÁBRICAS DE APRENDIZAJE INTELIGENTES Y SU IMPACTO ACADÉMICO	154
LUCES, REALIDAD AUMENTADA Y ¡ACCIÓN!: IMPACTO SOBRE EL APRENDIZAJE DE UNA EXPOSICIÓN DIDÁCTICA MEDIADA POR REALIDAD AUMENTADA.....	173
EVALUACIÓN DE REALIDAD EXTENDIDA EN CONTEXTOS DE FORMACIÓN (MEREVIA Y REFODIGE).....	191
LA EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA EDUCATIVA A TRAVÉS DE LOS CHATBOTS Y EL MICROLEARNING.....	206
EL METAVERSO COMO CONTEXTO EN LA FORMACIÓN DIGITAL DEL ARQUITECTO	223
TECNOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DE VARIABLES AMBIENTALES APLICADA A LA ENSEÑANZA DEL CAMBIO CLIMÁTICO	241
ACTITUDES FAMILIARES HACIA EL USO DE DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS POR LOS MENORES.....	259

UNA PROPUESTA EDUCATIVA PARA GEOGRAFÍA EN SECUNDARIA CON LA APLICACIÓN DE REALIDAD VIRTUAL BRINK TRAVELER.....	275
VIRTUAL AND AUGMENTED REALITIES IN ELEMENTARY SCHOOL: TEACHERS' PERCEPTIONS.....	291
DIÁLOGO ENTRE PENSAMIENTO VARIACIONAL Y REALIDAD AUMENTADA PARA CONSTRUIR UNA ÉTICA CIUDADANA	322
EL IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN EL PERFIL PROFESIONAL, DEL FUTURO DOCENTE NORMALISTA	347
ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE ACTIVO MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA: CREACIÓN DE UN HERBARIO VIRTUAL EN EDUCACIÓN PRIMARIA	363
ROMPIENDO BARRERAS: MEJORANDO LA INCLUSIÓN Y EL AUTOCONCEPTO A TRAVÉS DE LA REALIDAD VIRTUAL EN EL GRADO DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE	382
INNOVACIÓN EDUCATIVA CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL: FORMACIÓN DE DOCENTES PARA UN APRENDIZAJE CON TECNOLOGÍAS EMERGENTES	397
METODOLOGÍAS EMERGENTES EN LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN: ESCAPE ROOM EDUCATIVO DIGITAL.....	416

PRÓLOGO

Raquel Barragán-Sánchez, José Fernández-Cerero, Noelia Pérez-Rodríguez y Antonio Palacios-Rodríguez

Universidad de Sevilla

En el transcurso de las últimas décadas, la educación ha experimentado una transformación sin precedentes gracias a la irrupción de las tecnologías emergentes. Conceptos que antes parecían reservados al ámbito de la ciencia ficción, como la inteligencia artificial, la realidad aumentada, el aprendizaje automatizado y la realidad virtual, han comenzado a integrarse de manera activa en los contextos educativos, redefiniendo las formas de enseñar, aprender y evaluar. Este libro, titulado **"Horizontes de Aprendizaje con Tecnologías Emergentes en el Contexto Educativo"**, surge como una respuesta a la necesidad de explorar y documentar estas transformaciones, brindando a la comunidad académica un panorama amplio y crítico de las experiencias e innovaciones en este ámbito.

Este libro reúne un conjunto de investigaciones prácticas y proyectos de innovación llevadas a cabo por destacados profesionales de diferentes áreas del conocimiento, quienes comparten un compromiso común: potenciar el aprendizaje mediante la integración creativa y significativa de tecnologías emergentes. A lo largo de sus capítulos, se presentan estudios que abordan desde la implementación de dispositivos IoT en aulas inteligentes hasta experiencias con realidad aumentada en la formación inicial docente, pasando por propuestas de aprendizaje activo mediante inteligencia artificial y realidades extendidas.

Este libro se estructura en torno a una serie de temas clave que reflejan la diversidad y riqueza de los enfoques presentados:

- **Interoperabilidad y tecnologías inteligentes:** La interoperabilidad en el ámbito educativo permite que diferentes sistemas y dispositivos se comuniquen y trabajen juntos eficazmente. Esto crea un ecosistema interconectado que recopila datos en tiempo real, ayudando a docentes y administradores a tomar decisiones informadas, personalizar el aprendizaje y evaluar el progreso. Además, facilita el monitoreo continuo del rendimiento académico y la identificación temprana de áreas de mejora, optimizando la enseñanza y la gestión de recursos.
- **Realidad aumentada y virtual:** Estas tecnologías permiten a los estudiantes explorar entornos inmersivos que estimulan el aprendizaje experiencial y favorecen la comprensión de conceptos complejos. Además, tanto la RA como la RV pueden fomentar habilidades como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la colaboración, ya que muchos de estos entornos virtuales están diseñados para ser interactivos y colaborativos.
- **Inteligencia artificial generativa:** El impacto de herramientas como los chatbots y los sistemas de recomendación en la personalización del aprendizaje y en el apoyo a la toma de decisiones pedagógicas.
- **Ética y tecnología:** Los desafíos que implica la incorporación de estas herramientas en la educación, especialmente en lo que respecta a la privacidad, la inclusión y el acceso equitativo.

A través de estos temas, los autores no solo presentan soluciones innovadoras, sino que también plantean interrogantes fundamentales: ¿Cómo garantizar que estas tecnologías contribuyan a una educación más inclusiva y de calidad? ¿Qué rol deben desempeñar los docentes en este escenario transformador? ¿Cuáles son las competencias que deben desarrollarse para integrar eficazmente estas herramientas en los contextos educativos?

Es importante destacar que este libro no se limita a una revisión teórica. Cada capítulo incluye experiencias prácticas y estudios de caso que ilustran cómo las tecnologías emergentes están siendo implementadas en diversos niveles educativos y contextos geográficos. Estas contribuciones demuestran que la tecnología, cuando se utiliza con propósito y creatividad, puede ser una herramienta poderosa para superar barreras, fomentar la innovación y ampliar los horizontes del aprendizaje.

Finalmente, como editores de esta obra, deseamos expresar nuestro profundo agradecimiento a los autores que han contribuido con su conocimiento y experiencia, así como a las instituciones que han apoyado estas investigaciones. Esperamos que este libro inspire a docentes, investigadores y responsables educativos a seguir explorando las posibilidades que las tecnologías emergentes ofrecen para mejorar la educación.

INTEGRACIÓN DE DISPOSITIVOS IOT EN AULAS INTELIGENTES: UN ENFOQUE PARA LA INTEROPERABILIDAD

Elena Mercedes Figueroa Cabrera

elenamercedes.figueroa@urv.cat <https://orcid.org/0000-0002-9233-3755>

Universitat Rovira i Virgili (España)

María Ferré Bergadá

maria.ferre@urv.cat <https://orcid.org/0000-0003-2600-1362>

Universitat Rovira i Virgili (España)

Antoni Martínez Ballesté

antoni.martinez@urv.cat <https://orcid.org/0000-0002-1787-7410>

Universitat Rovira i Virgili (España)

RESUMEN

La proliferación de dispositivos de Internet de las cosas (IoT) transforma la manera en que nos relacionamos con el entorno, permitiendo el control y monitoreo remoto de diversas actividades y procesos. En el ámbito educativo, estas tecnologías han abierto nuevas oportunidades al convertir las aulas en espacios inteligentes que facilitan la recolección y análisis de datos en tiempo real. Sin embargo, cada uno de estos dispositivos utilizan un protocolo de comunicación diferente, lo que dificulta su comunicación y coordinación efectiva, de ahí la importancia de lograr la interoperabilidad entre ellos. El presente artículo presenta una propuesta de integración e interoperabilidad de dispositivos IoT en un aula inteligente con el fin de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje a través de la recopilación y análisis de datos relevantes para los docentes. Esta propuesta se fundamenta en el uso de un protocolo de comunicación estándar como Mosquitto MQTT y la herramienta de programación visual Node-RED, los cuales posibilitan la comunicación entre los dispositivos IoT desplegados en el aula y el análisis de los datos recopilados. De esta forma se puede ofrecer a los educadores información valiosa del contexto del aula y sugerir cambios personalizados acordes a las necesidades específicas del entorno para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento en el número de dispositivos inteligentes y sensores conectados a través de tecnologías inalámbricas está transformando la vida de los usuarios y cambiando la forma en que se prestan los servicios (Chituc, 2020). Esta evolución tecnológica y la integración de las tecnologías y dispositivos del Internet de las Cosas (IoT) en contextos educativos representa una oportunidad fundamental para revolucionar la enseñanza y aprendizaje tanto para estudiantes como para profesores.

En esta dirección, comienza a ganar popularidad el concepto de "aula inteligente", un espacio donde la tecnología no solo debe utilizarse para impartir docencia, sino donde diversos dispositivos, el Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA) se pueden utilizar para obtener datos en tiempo real, analizarlos y tomar decisiones.

1.1. Internet de las Cosas en el aula inteligente

La integración del IoT en el aula inteligente ofrece nuevas posibilidades para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Esta tecnología permite la conexión de dispositivos y la creación de un entorno interconectado que facilita la gestión de actividades colaborativas desde un área central (Chweya & Ibrahim, 2021). Los dispositivos IoT suelen constar de sensores para recoger datos, procesadores para procesarlos, componentes de conectividad para transmitirlos y, en ocasiones, actuadores que realizan acciones basadas en los datos o las órdenes recibidas. Los datos recogidos por los dispositivos IoT pueden analizarse para obtener información, hacer predicciones, optimizar procesos y activar acciones o alertas en tiempo real.

Varias son las aplicaciones que puede tener este tipo de tecnología en el aula, por ejemplo, combinar el IoT con el aprendizaje basado en juegos (Petrović et al., 2017), en la gestión de asistencia en aulas inteligentes mediante tecnologías y reconocimiento (Zhao et al., 2022) y muchas otras. La implementación del IoT en el aula inteligente no solo mejora la eficiencia en la gestión de actividades educativas, sino que también brinda a los estudiantes la oportunidad de familiarizarse con tecnologías futuristas, preparándolos para un mundo cada vez más digitalizado (Alharbi et al., 2020) y que va generando datos continuamente.

Estos datos pueden aprovecharse para identificar patrones, ofrecer recomendaciones (Ghashim & Arshad, 2023) y, además, el aula puede beneficiarse significativamente de la adopción de tecnologías de IoT, ya que tienen el potencial para transformarla.

En el ecosistema del aula inteligente pueden utilizarse varios dispositivos IoT:

- Sensores de calidad del aire. Estos dispositivos miden la concentración de partículas microscópicas en el aire, así como la presencia de gases como el dióxido de carbono. Al proporcionar datos sobre la calidad del aire en tiempo real, estos sensores permiten al aula inteligente tomar decisiones informadas para reducir la exposición a los contaminantes, mejorar la calidad del aire interior y adoptar medidas para reducir las emisiones y mejorar la salud medioambiental en general.
- Sensores de temperatura y humedad. Son capaces de medir la temperatura actual en el aula. Normalmente, los sensores de

temperatura del aire también son capaces de medir la humedad del aire.

- Sensores de sonido. Basados en micrófonos, proporcionan información sobre la presión sonora en el aula. Para que las mediciones sean eficaces, hay que tener en cuenta varios puntos de medición del sonido. Existen dispositivos comerciales dedicados a detectar si el nivel de ruido en el aula supera un determinado umbral que alertan, por ejemplo, encendiendo una luz roja.
- Sensores de luz. Detectan si las condiciones de iluminación cumplen los requisitos de un espacio de aprendizaje confortable. Hay que tener en cuenta que varios sensores de este tipo deben estar distribuidos por el aula, ya que cabe esperar condiciones de luz diferentes en las distintas zonas.
- Cámaras. Existe una gran variedad de cámaras que pueden utilizarse dentro del ecosistema del aula inteligente: cámaras aéreas, cámaras de vigilancia, cámaras de sobremesa (útiles en entornos en los que se realizan ejercicios de informática y el profesor no puede ver la cara de los alumnos), etc. También son importantes las cámaras equipadas con algoritmos de IA capaces de reconocer rostros y contabilizar la asistencia en el aula, así como las cámaras especializadas en detectar emociones a partir de las expresiones faciales.
- Pulseras inteligentes. Otro tipo relevante de dispositivos IoT son las pulseras inteligentes que se centran en medir parámetros fisiológicos como la frecuencia cardíaca o la actividad electrodérmica (AED). Estos datos pueden ser útiles para recoger

información sobre cómo se sienten los alumnos (para valorar si son capaces de aprender) y también los profesores (para reconocer situaciones de estrés).

- Tablet. Este dispositivo se utilizará para mostrar a los profesores información relevante, en el momento oportuno, sobre el estado del contexto del aula, de los alumnos y, en su caso, de los propios profesores. De esta forma, podrán tomar decisiones basadas en las condiciones detectadas por la inteligencia artificial a partir de los datos del aula inteligente. Además, a través de la tableta se puede descargar información histórica sobre los datos capturados a través del IoT.

Para todos estos componentes físicos y digitales que forman parte del aula inteligente es crucial garantizar la interoperabilidad y la comunicación entre ellos. De esta forma podríamos lograr mejoras en la personalización del aprendizaje, la interacción entre estudiantes y profesores, el acceso a recursos educativos avanzados y la monitorización y la creación de un entorno de aprendizaje más dinámico y participativo.

Actualmente la literatura existente propone diferentes enfoques para lograr interoperabilidad, desde estándares futuros (Chituc, 2020; Chituc & Rittberger, 2019) ontologías (Nagowah et al., 2019), supervisión del ambiente (Tagliabue et al., 2021), hasta arquitecturas basadas en IoT (Bhatnagar & Sharma, 2023; Chawla et al., 2021). Sin embargo, muchas de estas propuestas se centran en aspectos específicos o aplicaciones e infraestructuras e-learning, dejando de lado la comunicación entre dispositivos en el espacio físico del aula.

1.2 Contribución y plan del artículo

En este artículo, se presenta una propuesta de interoperabilidad entre dispositivos inteligentes en un aula, utilizando el protocolo de comunicación Mosquitto MQTT y la herramienta de programación visual NODE-RED, para obtener datos en tiempo real y sugerir mejoras acordes al entorno del aula en función del proceso de enseñanza-aprendizaje. La propuesta combina varios dispositivos IoT capaces de percibir cambios en su entorno, interoperar entre sí y recopilar datos, interpretarlos y tomar decisiones basadas en esta comprensión contextual, permitiendo adaptarse y responder de manera inteligente a las necesidades de cada aula en particular. El artículo se estructura de la siguiente manera: La Sección II describe el método de trabajo de la investigación. La Sección III muestra la prueba de concepto desarrollada, los componentes que la integran, así como los datos que se obtienen y sus futuras aplicaciones.

Por último, la Sección IV concluye el artículo y esboza investigaciones futuras en este ámbito.

2. MÉTODO

Para conseguir que el aula sea inteligente necesitamos que los dispositivos conectados con protocolos de comunicación diferentes puedan comunicarse entre sí, por lo cual, la interoperabilidad entre ellos es un elemento importante a tener en cuenta. Nuestra propuesta consiste en una arquitectura de comunicación entre dispositivos en un aula inteligente que

utiliza Eclipse Mosquitto y la plataforma de programación visual Node-RED.

Eclipse Mosquitto es un servidor de mensajes de código abierto que implementa el protocolo MQTT para la comunicación de dispositivos IoT. Los elementos clave que componen MQTT son los publicadores, los suscriptores y un broker (servidor que distribuye la información a los clientes interesados conectados al mismo). Los publicadores son entidades que envían mensajes, mientras que los suscriptores son destinatarios que reciben mensajes en función de su interés por temas (topics) específicos. El servidor broker actúa como intermediario que recibe todos los mensajes de los publicadores y los dirige a los suscriptores apropiados (Dryja et al., 2021).

Por otro lado, Node-RED es una herramienta de programación visual que te permite conectar dispositivos y servicios IoT de manera sencilla. creando flujos de trabajo a través de nodos en una interfaz gráfica, lo que facilita la automatización de tareas y la integración de diferentes sistemas. En la sección de resultados se muestra el flujo desarrollado de para la investigación.

2.1. Obtención de datos

Utilizando aplicaciones IoT, capturamos los datos del entorno del aula inteligente. Estos datos se recogen a través de un kit de inteligencia ambiental: ACTUA (El Projecte - ACTUA, n.d.), el cual obtiene la temperatura, humedad y CO2 del espacio físico del aula. Estos datos se pueden utilizar para regular los niveles de estos parámetros en

consecuencia con la actividad que se esté realizando en el aula en determinado momento.

Otra unidad de percepción de datos utilizada, pero esta vez de estudiantes, es una pulsera inteligente capaz de rastrear bioseñales, como la frecuencia cardíaca o la actividad electrodérmica, la cual es capaz de controlar las emociones, lo que también puede ayudar a medir el compromiso de estudiantes y profesores con la actividad que se está realizando.

Ambos dispositivos obtienen datos que son de utilidad para el entorno del aula inteligente, ya que pueden ser analizados para posteriormente tomar decisiones en función de mejoras para el proceso de enseñanza aprendizaje.

2.2. Comunicación entre dispositivos

Para comunicar estos dispositivos IoT mencionados anteriormente se utiliza el protocolo de mensajería MQTT (Message Queue Telemetry Transport), el cual se basa en el paradigma publicador-suscriptor (*MQTT - The Standard for IoT Messaging, n.d.*) en el que cada cliente se conecta al servidor broker Eclipse Mosquitto y este se encarga de enviar y recibir mensajes entre dispositivos. MQTT facilita un patrón de publicación/suscripción en el que varios clientes se conectan a un único intermediario, normalmente alojado en la nube, lo que permite una distribución eficaz de los mensajes (Longo et al., 2020).

Varios autores encaminan sus estudios hacia la implementación de MQTT en diferentes entornos, por ejemplo, compartir evaluaciones a través de un reloj inteligente (Al-Soh & Zualkernan, 2017) o proponer arquitecturas para

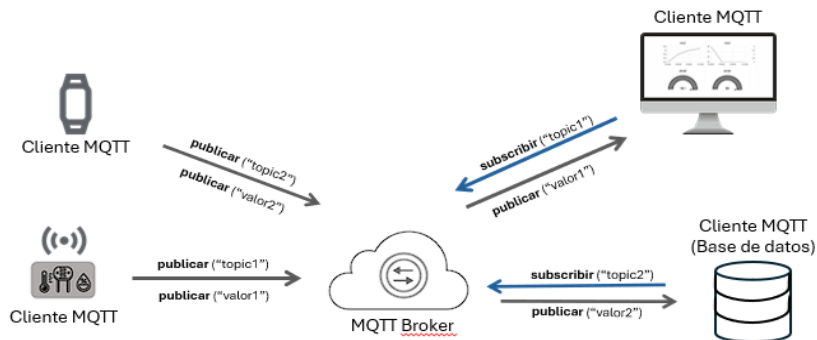
controlar aparatos eléctricos mediante la IoT (Paul Chinjuand Ganesh, 2019).

La arquitectura implementada (Figura 1) se basa en el protocolo MQTT, donde cada cliente MQTT, representado por dispositivos IoT como pulseras, sensores, bases de datos, tablets u ordenadores, se suscriben o publican a un tema(topic) específico en el servidor broker Eclipse Mosquitto para intercambiar mensajes de manera bidireccional, simplificando así la comunicación entre los dispositivos.

Los dispositivos IoT que actúan como clientes MQTT publican o se suscriben a un tema específico para enviar datos, siguiendo reglas predefinidas. Por ejemplo, en el caso del kit de sensores ACTUA, se envían los datos de temperatura, humedad y CO2 publicando en el tema "ACTUA" los valores correspondientes a estas variables. Por otro lado, las pulseras inteligentes envían datos cada 5 segundos, dado que estos datos representan variables fisiológicas de los estudiantes. Tanto la base de datos como los ordenadores o tabletas se suscriben a estos temas para visualizar la información recibida de manera oportuna y precisa.

Figura 1

Arquitectura de comunicación entre dispositivos utilizando MQTT



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la propuesta fue evaluada utilizando los datos recopilados por el kit de inteligencia ambiental ACTUA (El Projecte - ACTUA, n.d.), el cual es compatible con MQTT y Node-RED, en un entorno de laboratorio. Los resultados obtenidos demostraron la interoperabilidad de los dispositivos, lo cual no solo simplifica la comunicación entre ellos, sino que también mejora significativamente la transmisión de datos en cuanto a latencia y ancho de banda entre los dispositivos.

3. RESULTADOS

Se realizó una prueba de concepto basada en la arquitectura implementada, como se muestra en la Figura 2, que incluye los siguientes componentes:

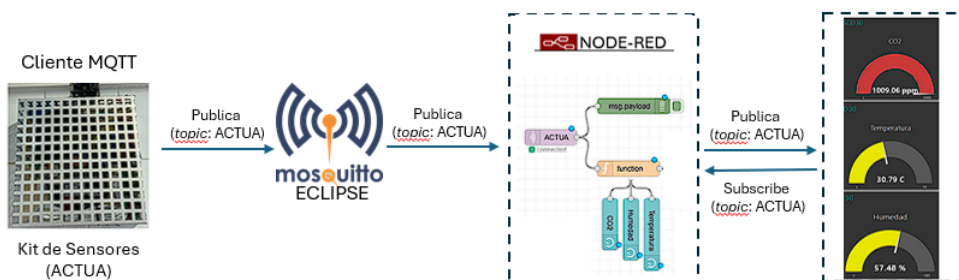
1. Kit de Sensores (ACTUA): Implementar un kit de sensores que recopile datos del entorno, como temperatura, humedad, y luminosidad. Estos sensores enviarán los datos a través del protocolo MQTT.
2. Broker MQTT: Utilizar un broker MQTT, como Eclipse Mosquitto, para facilitar la comunicación entre los sensores y Node-RED. El

broker actuará como intermediario para la publicación y suscripción de mensajes.

3. Node-RED: Configurar un flujo en Node-RED para suscribirse a los datos enviados por los sensores a través del broker MQTT. En Node-RED, se pueden realizar acciones como el procesamiento de datos, la activación de alertas o la visualización de información.
4. Panel de Computadora: Mostrar los datos recopilados y procesados en un panel de una computadora. Este panel puede ser una interfaz gráfica que muestre en tiempo real la información de los sensores y cualquier otra métrica relevante.
5. Interoperabilidad: Asegurar que la comunicación entre el kit de sensores, el broker MQTT, Node-RED y el panel de la computadora sea fluida y eficiente, permitiendo una visualización en tiempo real de los datos del entorno.

Figura 2

Prueba de concepto



Fuente: Elaboración propia,

La integración de Eclipse Mosquitto, Node-RED y el kit ACTUA en la arquitectura propuesta demuestra cómo la tecnología puede ser aprovechada para mejorar la calidad de la enseñanza-aprendizaje en

función de condiciones ambientales y necesidades específicas de estudiantes. Eclipse Mosquitto, una implementación ligera del protocolo MQTT, es fundamental en esta integración, ya que es adecuada para una amplia gama de dispositivos, desde sensores de baja potencia hasta servidores informáticos de alto rendimiento (Wen et al., 2023). Esta implementación garantiza un intercambio de datos en tiempo real, esencial para aplicaciones de Internet de las cosas (Kumar & Panchal, 2024).

Un elemento que debe ser considerado para crear un entorno estable y seguro en esta arquitectura sería la seguridad y privacidad a través de certificados SSL/TLS que permita a los sistemas verificar la identidad al acceder a datos sensibles del aula inteligente.

3.1. Seguridad entre dispositivos utilizando MQTT

La importancia de la seguridad y la integridad de los datos en un aula inteligente es fundamental debido a la constante generación de información en este entorno educativo altamente tecnológico. La protección de los datos se vuelve crucial para garantizar la privacidad y seguridad de la información generada y compartida entre los dispositivos IoT utilizados en el aula (Clever et al., 2018).

La seguridad de los datos se refiere a proteger la información contra accesos no autorizados y garantizar que los datos no se vean comprometidos en términos de confidencialidad, integridad y disponibilidad. Por otro lado, la privacidad de los datos se centra en controlar quién tiene acceso a la información y cómo se utiliza, asegurando que se respeten los derechos y preferencias de privacidad de las personas involucradas. Finalmente, la integridad de los datos se relaciona con

mantener la precisión y confiabilidad de la información a lo largo de su ciclo de vida, evitando alteraciones no autorizadas que puedan afectar su validez y utilidad (Blackmon & Major, 2023; Kumi-Yeboah et al., 2023; Villari et al., 2016).

En este sentido, utilizar el protocolo de comunicación MQTT nos ofrece a través de certificados TLS/SSL y el uso de credenciales de usuario y contraseña, establecer la identidad, autenticación y autorización, encriptando además la comunicación entre el cliente y el servidor.

Al mismo tiempo es posible la implementación de control de acceso basado en roles. De esta forma se puede definir políticas de acceso específicas a distintos tipos de usuarios (estudiantes y profesores) o dispositivos en el entorno del aula inteligente. Igualmente puede mitigar el tema de brechas de seguridad y proteger la integridad de los datos, aún cuando se hace necesario, además de las que ofrece MQTT, buscar otras alternativas. En investigaciones futuras se abordará el tema de incorporar una capa de seguridad a esta propuesta de arquitectura que permita no solo proteger los datos en la capa de aplicaciones sino en la capa de transporte y a nivel de red.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La integración del Internet de las Cosas (IoT) en entornos educativos, como las aulas inteligentes, ha abierto nuevas posibilidades para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Estas tecnologías permiten la conexión de dispositivos y la creación de entornos interconectados que facilitan la gestión de actividades colaborativas. Sin embargo, la diversidad de protocolos de comunicación utilizados por estos dispositivos dificulta su

interoperabilidad, lo que resalta la importancia de lograr la comunicación efectiva entre ellos (Salcedo-Parra & Agudelo-Cristancho, 2021).

Para abordar este desafío, la arquitectura de comunicación propuesta que utiliza el protocolo MQTT a través del broker Eclipse Mosquitto y la herramienta de programación visual Node-RED representa un punto de partida crucial para futuros avances en la interoperabilidad entre dispositivos en entornos educativos, específicamente en aulas inteligentes ya que la importancia de lograr la interoperabilidad entre dispositivos en el aula se destaca como un desafío reconocido tanto por la industria como por la academia en el contexto de soluciones de IoT (Nardi et al., 2022).

La implementación de esta arquitectura se basa en la obtención de datos del entorno del aula a través de dispositivos como sensores de calidad del aire, temperatura, humedad, utilizando el kit de inteligencia ambiental ACTUA y a través de pulseras inteligentes para la obtención de datos fisiológicos de los estudiantes. Estos datos se recopilan y procesan utilizando el protocolo MQTT para su intercambio entre los dispositivos y la plataforma Node-RED.

Igualmente, se destaca la importancia de la seguridad en un entorno educativo altamente tecnológico como el aula inteligente. Aun cuando, a través del uso del protocolo MQTT se pueden utilizar certificados de seguridad, credenciales de usuario y contraseña, y el control de acceso basado en roles; se hace necesario una investigación más profunda en cuanto a seguridad y privacidad en el ecosistema del aula inteligente.

La propuesta presentada aborda de manera efectiva el desafío de la interoperabilidad de dispositivos IoT en entornos educativos, permitiendo

una comunicación fluida y la captura de datos en tiempo real. Además de proporcionar una arquitectura detallada para lograr este objetivo, es importante destacar que la investigación futura se enfocará en aspectos críticos adicionales, como la seguridad, privacidad e integridad de los datos en el contexto de este ecosistema tecnológico en constante evolución. Estos aspectos son fundamentales para garantizar la confidencialidad y protección de la información sensible que se maneja en el entorno educativo, y su abordaje exhaustivo en investigaciones posteriores fortalecerá aún más la solidez y relevancia de la propuesta presentada.

De esta forma no solo se trabajará en simplificar la interacción entre los dispositivos, sino que también en mejorar significativamente la calidad de la enseñanza al proporcionar información relevante y personalizada a los educadores para contribuir a la mejora de la educación en el ámbito global.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alharbi, O., Alshammari, Y., Alharthi, S., Alsheehri, N., AlMutairi, A., & Almaqrn, R. K. (2020). The use of E-learning tools in education during the COVID-19 pandemic: Literature Review. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 7(12). <https://doi.org/10.14738/assrj.712.9446>

Al-Soh, M., & Zualkernan, I. A. (2017). An MQTT-Based Context-Aware Wearable Assessment Platform for Smart Watches. *Proceedings - IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2017*. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2017.140>

Bhatnagar, R., & Sharma, K. K. (2023). A Multidimensional Intelligent Interoperable E-Content Model Implementation using IoT devices in Higher Education. *2023 10th IEEE Uttar Pradesh Section International Conference on*

Electrical, Electronics and Computer Engineering, UPCON 2023.
<https://doi.org/10.1109/UPCON59197.2023.10434894>

Blackmon, S. J., & Major, C. H. (2023). Balancing student privacy and technology integration in higher education: Engagement, encroachment and interstitial spaces. *British Journal of Educational Technology*, 54(6).
<https://doi.org/10.1111/bjet.13387>

Chawla, S., Tomar, Dr. P., & Gambhir, Dr. S. (2021). Smart Education: A Proposed IoT based Interoperable Architecture to Make Real Time Decisions in Higher Education. *Revista Gestão Inovação e Tecnologias*, 11(4).
<https://doi.org/10.47059/revistageintec.v11i4.2589>

Chituc, C. M. (2020). Interoperability Standards in the IoT-enabled Future Learning Environments: An analysis of the challenges for seamless communication. *2020 13th International Conference on Communications, COMM 2020 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/COMM48946.2020.9141959>

Chituc, C. M., & Rittberger, M. (2019). Understanding the Importance of Interoperability Standards in the Classroom of the Future. *IECON Proceedings (Industrial Electronics Conference)*, 2019-October.
<https://doi.org/10.1109/IECON.2019.8927631>

Chweya, R., & Ibrahim, O. (2021). Internet of things (IoT) implementation in learning institutions: A systematic literature review. In *Pertanika Journal of Science and Technology* (Vol. 29, Issue 1).
<https://doi.org/10.47836/pjst.29.1.26>

Clever, S., Crago, T., Polka, A., Al-Jaroodi, J., & Mohamed, N. (2018). Ethical Analyses of Smart City Applications. *Urban Science*, 2(4).
<https://doi.org/10.3390/urbansci2040096>

- Dryja, K. M., Markovic, M., & Edwards, P. (2021). FlyTrap: A Blockchain-based Proxy for Authorisation and Audit of MQTT Connections. *2021 8th International Conference on Internet of Things: Systems, Management and Security, IOTSMS 2021*. <https://doi.org/10.1109/IOTSMS53705.2021.9704968>
- El projecte - ACTUA. (n.d.). Retrieved June 19, 2024, from <https://actua-urv.cat/el-projecte/>
- Ghashim, I. A., & Arshad, M. (2023). Internet of Things (IoT)-Based Teaching and Learning: Modern Trends and Open Challenges. *Sustainability, 15*(21). <https://doi.org/10.3390/su152115656>
- Kumar, N. N., & Panchal, Ms. P. (2024). Building a Secure IoT Platform for Smart Home Automation: A Comprehensive Integration. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, 12*(1). <https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.57917>
- Kumi-Yeboah, A., Kim, Y. H., Yankson, B., Aikins, S., & Dadson, Y. A. (2023). Diverse students' perspectives on privacy and technology integration in higher education. *British Journal of Educational Technology, 54*(6). <https://doi.org/10.1111/bjet.13386>
- Longo, E., Redondi, A. E. C., Cesana, M., Arcia-Moret, A., & Manzoni, P. (2020). MQTT-ST: A Spanning Tree Protocol for Distributed MQTT Brokers. *IEEE International Conference on Communications, 2020-June*. <https://doi.org/10.1109/ICC40277.2020.9149046>
- MQTT - The Standard for IoT Messaging. (n.d.). Retrieved June 19, 2024, from <https://mqtt.org/>
- Nagowah, S. D., ben Sta, H., & Gobin-Rahimbux, B. A. (2019). An Ontology for an IoT-enabled Smart Classroom in a University Campus. *2019 International*

Conference on Computational Intelligence and Knowledge Economy (ICCIKE), 626–631. <https://doi.org/10.1109/ICCIKE47802.2019.9004369>

Nardi, J. C., Alves, V. N., R. Júnior, C. A., Ruy, F. B., & Posse, R. P. (2022). Semantic Sensor Network Ontology como modelo de referência em soluções de monitoramento agrícola. <https://doi.org/10.5753/sbiagro.2021.18399>

Paul Chinju and Ganesh, A. and S. C. (2019). An IoT-Based Smart Classroom. In R. and C. J. I.-Z. and K. I. Smys S. and Bestak (Ed.), *International Conference on Computer Networks and Communication Technologies* (pp. 9–14). Springer Singapore.

Petrović, L., Jezdović, I., Stojanović, D., Bogdanović, Z., & Despotović-Zrakić, M. (2017). Development of an educational game based on IoT. *IJEEC - INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMPUTING*, 1(1). <https://doi.org/10.7251/ijeec1701036p>

Salcedo-Parra, O. J., & Agudelo-Cristancho, N. G. (2021). Desempeño RSSI de nodos sensores LoRa, BLE y WiFi en un sistema IoT interoperable. *Aibi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 9(2). <https://doi.org/10.15649/2346030x.905>

Tagliabue, L. C., Cecconi, F. R., Rinaldi, S., & Ciribini, A. L. C. (2021). Data driven indoor air quality prediction in educational facilities based on IoT network. *ENERGY AND BUILDINGS*, 236. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.110782>

Villari, M., Al-Anbuky, A., Celesti, A., & Moessner, K. (2016). Leveraging the internet of things: Integration of sensors and cloud computing systems. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12(7). <https://doi.org/10.1177/155014779764287>

Wen, Z., Yang, R., Qian, B., Xuan, Y., Lu, L., Wang, Z., Peng, H., Xu, J., Zomaya, A. Y., & Ranjan, R. (2023). Janus: Latency-Aware Traffic Scheduling for IoT Data Streaming in Edge Environments. *IEEE Transactions on Services Computing*, 16(6). <https://doi.org/10.1109/TSC.2023.3312131>

Zhao, M., Zhao, G., & Qu, M. (2022). College Smart Classroom Attendance Management System Based on Internet of Things. *Computational Intelligence and Neuroscience*. <https://doi.org/10.1155/2022/4953721>

PRÁTICAS DE EDUCAÇÃO CLIMÁTICA UTILIZANDO TECNOLOGIAS DIGITAIS

Leopoldo Mercado, Luis Paulo

luispaulomercado@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-8491-6152>

Universidade Federal de Alagoas – Brasil

RESUMEN

O trabalho apresenta projetos didáticos com tecnologias digitais (TD) em Educação Climáticas (EC) na formação de professores para educação básica. Os projetos foram construídos na temática do Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima, explorando atividades e conteúdos relacionados as mudanças climáticas. Foi utilizada a metodologia da pesquisa-formação junto com estudantes do curso de Pedagogia da Universidade Federal de Alagoas, Brasil, com produção de materiais usando TD e publicados em murais digitais padlets. Os resultados mostram as práticas vivenciadas na construção autoral de atividades de letramento digital com histórias em quadrinhos digitais (HQD), cibercordéis e exploração do meio enfocando conteúdos relacionados à EC, permitindo a criação de contextos de aprendizagem explorados nas escolas e atendendo as metas do ODS 13.

Palavras chave: Letramento Digital; Educação Climática; Objetivos do Desenvolvimento Sustentável; Formação de Professores; Educação Básica.

1. INTRODUÇÃO

A educação como prioridade na Agenda Global é um compromisso para as pessoas, o planeta e para a prosperidade (Unesco, 2015). A Agenda 2030 traz um conjunto de objetivos e metas universais e transformadoras, abrangentes, de longo alcance e centrado nas pessoas, comprometendo-se a trabalhar para a implementação desta para o Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015) nos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para enfrentar os desafios dos tempos atuais (Unesco, 2015).

Nos mandatos da Agenda 2030, as instituições de ensino superior (IES) tem o papel de incorporar os ODS na docência e na pesquisa tendo como principais agentes de mudança seus egressos e a capacidade de mudança destes, dotados de conhecimento, habilidades e motivação (REDS, 2020; Minano e Garcia Haro, 2020).

As tecnologias digitais (TD) presentes na sociedade estão em constante mudança, adaptadas ao uso educacional, trazendo novas formas de linguagens, pensamentos, expressões e conhecimentos (Perez Gómez, 2015; Sanchez et al, 2019), proporcionando ambientes nos quais a aprendizagem pode ser estimulada, através dos recursos tecnológicos articulados com os objetivos dos componentes curriculares, visando o desenvolvimento de projetos interdisciplinares e cooperativos. Também podem proporcionar momentos criativos e decisivos com relação as possibilidades variadas em sala de aula. Recursos como blog, infográficos, histórias em quadrinhos digitais (HQD), Youtube, padlets entre outras, reforçaram o desenvolvimento da educação básica através de métodos, novas didáticas referentes ao ensino e permitem desenvolver o letramento digital (Dudeney et al, 2016).

A intervenção aqui relatada envolveu TD e Educação (EC) na formação de professores para a educação básica e nela foram construídos projetos com atividades envolvendo conteúdos relacionados ao ODS 13: Ação contra a Mudança Global do Clima, enfocando medidas urgentes para combater a mudança do clima selecionados a partir das competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) brasileira.

Na BNCC (Brasil, 2018), a cultura digital envolve aprendizagens voltadas à participação consciente por meio das TD, bem como a construção de atitude

crítica, ética e responsável em relação à multiplicidade de ofertas midiáticas e digitais frente aos diferentes usos das TD e dos conteúdos veiculados; assim como fluência no uso destas para proposição de soluções e manifestações culturais contextualizadas e críticas. Um desafio é a elaboração de material didático e de atividades envolvendo uso das TD voltados para temas inovadores no currículo da EC, que não sejam apenas exercitação de conteúdos técnicos da área.

A EC visa desenvolver competências que capacitem as pessoas a refletir sobre as próprias ações, tendo em conta seus impactos sociais, culturais, econômicos e ambientais atuais e futuros, a partir de uma perspectiva local e global.

2. MÉTODO

A metodologia utilizada envolveu Aprendizagem Baseada em Projetos (Bender, 2014; Barba e Capella, 2012; Hernandez, 1998) utilizando TD, oportunizando a construção de aulas com exploração do ODS 13 Ação contra a Mudança Global do Clima, visando uma intervenção na escola aplicando as atividades e produções desenvolvidas em cada projeto EC disponibilizado nos murais digitais padlets das duplas de estudantes.

A prática experiencial se deu no curso de Pedagogia da Universidade Federal de Alagoas, no componente curricular Educação e Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação que estuda a importância das TD na Educação, suas potencialidades pedagógicas e desafios de sua aplicação nos espaços de aprendizagem.

Os objetivos trabalhados nas aulas foram: elaborar projetos utilizando TD na educação explorando a EC desde a realidade local; propor estratégias

para inclusão da EC no currículo e práticas pedagógicas; selecionar TD com critérios educativos e introduzi-las nos processos de ensino-aprendizagem em projetos didáticos EC, com temáticas de interesse; elaborar atividades envolvendo projetos EC, a partir da utilização das TD como recursos de aprendizagem nas aulas da educação básica.

Foram elaboradas produções autorais envolvendo aprendizagem prática, no sentido da vivência e instigando os estudantes a explorarem as TD, de modo a convergir o uso destas em direção de potencializar o processo de ensino e aprendizagem na área do conhecimento e/ou componente curricular que atua ou atuará na educação básica. Foi utilizada a perspectiva do ensinar e aprender, valorizando a autonomia do estudante e o princípio da pesquisa como aprendizado, vinculando teoria e prática numa experiência ao longo do curso, articulando conhecimentos-competências.

A problematização dos projetos enfocou o ODS 13, que tem como objetivo realizar ações contra a mudança do clima global: ampliar a compreensão de que o clima é um bem comum universal e que a mudança do clima é um fenômeno causado pelos seres humanos, além de identificar quais atividades humanas contribuem para esse problema.

No estudo do ODS 13, os estudantes conheceram processos necessários para promover a mitigação das mudanças climáticas, através da adaptação aos fatores climáticos e métodos para lidar com essas condições adversas, medidos pela relação entre resiliência (capacidade de absorver e recuperar-se de situações desfavoráveis) e vulnerabilidade (fragilidade para enfrentar os efeitos adversos das condições climáticas em seus aspectos socioeconômicos e ecológicos). Tiveram noção do que vem

acontecendo com o clima do planeta ao longo do tempo, alterados por ações do homem, principalmente através da emissão dos gases agravantes, e como eles interferem diretamente no aquecimento global. Também aprenderam como as ações individuais e coletivas podem influenciar no clima.

3. RESULTADOS

Nas aulas, discutiu-se a formação e inclusão da EC (Unesco, 2011, 2017, 2020a, 2020b) no currículo da formação de professores para educação básica para integrar os princípios e valores de sustentabilidade nos contextos educacionais e formativos.

a) Construção de projetos publicados no mural digital padlet. Ao longo dessa aula foram apresentados dois vídeos ensejando a Agenda 2030 e o ODS 13. Na discussão, os estudantes refletiram o contexto societal em que nos encontramos e as limitações e o alcance das ações individuais e dos estados, empresas e grandes corporações. Foi proposta a construção de um ambiente de publicação para as atividades das duplas durante todas as aulas no portfólio digital padlet, nos quais postaram o que já haviam feito na aula anterior (infográficos), bem como uma breve apresentação pessoal de cada integrante da dupla.

Os projetos trabalhados pelas duplas de estudantes estão publicados nos seguintes murais digitais *padlet*:

A contribuição do ser humano para o aquecimento global -

<https://padlet.com/VitoriaAmanda/a-contribui-o-do-ser-humano-para-o-aquecimento-global-uexxh9vojjnz03vk>

A problemática dos meios de produção no âmbito climático -

<https://padlet.com/anebae1020/a-problem-tica-dos-meios-de-produ-o-no-mbito-clim-tico-d3lsd2gqfq7in6ye>

A Semente da Mudança - <https://padlet.com/AndressaAndBecca/a-semente-da-mudan-a-j9bt1lj79357keg8>

Ação contra a Mudança do Clima -

<https://padlet.com/ingridbeatriz/w1q4hiycdlh7u2ke>

Ação Contra a Mudança do Clima -

<https://padlet.com/isafeliz/37ugkqxpzwzwrqoqc>

Ação Contra a Mudança Global do Clima -

<https://padlet.com/larissadaybrendapadlet/infogr-fico-wk0ot2yi6fcgpyq6>

Ação Contra a Mudança Global do Clima -

<https://padlet.com/romeiroarlete/infogr-fico-ogfzakmx8bh95ad6>

Ação Contra Mudança Global do Clima -

<https://padlet.com/vellynkaylanneevinicius/ods-13-a-o-contra-a-mudan-a-global-do-clima-6msulzcs087wcyxn>

Ação Contra Mudança Global do Clima -

<https://padlet.com/samyratavares1/a-o-contra-mudan-a-global-do-clima-rgnbby6x1dpgn853>

Calamidade Climática - https://padlet.com/lvitoria0009/_calamidade-clim-tica-edutic-2023-2-ufal-l99g4ixjqhzs005h

Climatizações Globais –

<https://padlet.com/jaquelineborges54321/climatiza-es-globais-lsfb5w6v0ccxjcal>

Comunidades LGBTQIA+ Lutam Contra a Mudança Climática Global -

<https://padlet.com/pedg2021trio/4r85vjhofukllgfo>

Conscientização para as Mudanças Climáticas -

<https://padlet.com/laviegeell/meu-padlet-avassalador-1jeokqgm48xggf3e>

Despertar Ecológico - <https://padlet.com/deividmelo/despertar-ecol-gico-xlemlaiw0kwxdyh7>

Ecologia Digital – <https://padlet.com/ingridekamily01/ecologia-digital-1fpor82e2ifwpr5o>

Educação para a Conscientização das Mudanças Climáticas -

<https://padlet.com/juliarocha23/educa-o-para-a-conscientiza-o-das-mudan-as-clim-ticas-3o5myk3umym59php>

EDUTIC, Mudanças Climáticas e Tecnologia -

<https://padlet.com/joseoliveira28/edutic-mudan-as-clim-ticas-e-tecnologia-4p34caaexz1ms217>

Impactos das Mudanças Climáticas e Tecnologias –

<https://padlet.com/lvitoriaaa7/impactos-das-mudan-as-clim-ticas-e-tecnologias-laura-vict-ri-qe1bzx0oyt7icmuw>

Impactos e Ações de Redução das Mudanças Climáticas –

https://padlet.com/thaynarasarah5_/padlet-a95p8ra0prnl86oy

Melhoria dos Processos Climáticos -

<https://padlet.com/joyceenevesods/rh4bh906rxrcsc5h>

Mudanças Climáticas -

<https://padlet.com/mariageovannaandraissasandriely/mudan-as-clim-ticas-8c0yrmn2r8b0osyl>

Mudanças Climáticas - <https://padlet.com/ellensabrina/tdic-e-mudan-as-clim-ticas-hbck616jfg6xs9fz>

Mudanças Climáticas - <https://padlet.com/felipemshalom/tdic-mudan-as-clim-ticas-i9xm33sj1qf2us84>

Mudanças Climáticas - <https://padlet.com/lauraleite6/tdic-e-mudan-as-clim-ticas-npf0vodn1xrbseyl>

Mudanças Climáticas - <https://padlet.com/micaelly92018307/micaelly-macedo-e-jos-aldan-vbdj4k2feiwzn471>

Mudanças Climáticas - <https://padlet.com/padeufal/mudan-as-clim-ticas-e-tecnologia-c83be7ehy2oc12cw>

Mudanças Climáticas -

<https://padlet.com/rafaelamariapamelatenorio/aquecimento-global-um-pedido-de-socorro-hteg8ueb3w0m5age>

Mudanças Climáticas - <https://padlet.com/Raiane e Kleber/mudan-as-climaticas-cfqogm0mg960o60z>

Mudanças Climáticas - <https://padlet.com/ruthsilva9/mudan-as-clim-ticas-ddcwqgu8jh37kiki>

Mudanças Climáticas Decorrentes no Mundo Atual –

https://padlet.com/mariamoreira1_/mudan-as-clim-ticas-decorrentes-no-mundo-atual-6qr9pnivo5ahy0g1

Mudanças Climáticas e Aquecimento Global –

<https://padlet.com/RobertaeBianca/mudan-as-clim-ticas-e-aquecimento-global-g4x4oq0msvy0bl32>

Mudanças Climáticas e Informações Digitais –

<https://padlet.com/mikaellymirellesantos/mudan-as-clim-ticas-e-informa-es-digitais-u40j9bdygy4mueb>

Mudanças Climáticas e suas Consequências –

https://padlet.com/alicekellydes0110_/as-mudan-as-clim-ticas-e-suas-consequ-ncias-pedagogia-ufal-6f94sv5qkugh2uwt

Mudanças Climáticas e Tecnologias –

https://padlet.com/julianahelenaufal23_/mudan-as-clim-ticas-e-tecnologias-juliana-marcela-maria-hele-n6c2rhgpigq1k2nw

Mudanças Climáticas e Tecnologias -

<https://padlet.com/laisemeirytidic/mudan-as-climaticas-e-tecnologia-f29fo8hllkuss3gs>

Mudanças Climáticas e Tecnologias –

https://padlet.com/noemyalmei123_/mudan-as-clim-ticas-e-as-tecnologias-xvar8t8ezwq9g0j6

Mudanças Climáticas e Tecnologias - [https://pt-](https://pt-br.padlet.com/jalinededuufal/mudan-as-clim-ticas-e-tecnologias-a8u7crqzmbok9uz)

[br.padlet.com/jalinededuufal/mudan-as-clim-ticas-e-tecnologias-a8u7crqzmbok9uz](https://pt-br.padlet.com/jalinededuufal/mudan-as-clim-ticas-e-tecnologias-a8u7crqzmbok9uz)

Mudanças Climáticas e Tecnologias Digitais -

https://padlet.com/gioju2023_/mudan-as-clim-ticas-e-tecnologias-digitais-ysj8zejbn9jer3q

Mudanças Climáticas e vulnerabilidade social -

<https://padlet.com/lauraleite6/mudan-as-clim-ticas-e-vulnerabilidade-social-npf0vodn1xrbseyl>

Mudanças Climáticas no Mundo Globalizado -

https://padlet.com/kellyantonia991411200_/mudan-as-clim-ticas-no-mundo-globalizado-mft7shmrsmm8owwz

Mudanças Climáticas: ação humana -

<https://padlet.com/nidianesantos/mudan-as-clim-ticas-a-o-humana-iz4nc3m7jcn0h6hv>

Mudanças climáticas: consciência sustentável -

<https://padlet.com/marialima311/mudan-as-clim-ticas-7wo9a2wgb9ljo50>

Mudanças Climáticas: educação e consciência -

<https://padlet.com/nobre8oliveira4/mudan-as-clim-ticas-educa-o-e-consci-ncia-fqs0gpjddywb4rov>

Mudanças e Emergências Climáticas -

<https://padlet.com/wilmasantos5/bsn2ew562aaa2v>

TDIC e o Aquecimento Global -

<https://padlet.com/rivaldoqueirozkatiafranciele/tdic-e-o-aquecimento-global-apnvs61whbvgu0ww>

Tecnologia no Meio Ambiente –

<https://padlet.com/andrevercosamarques/tecnologia-no-meio-ambiente-tksyvan3xzorqxq3>

Tragédias Climáticas – <https://padlet.com/lycialessa2003/trag-dias-clim-ticas-j6idlf4i97f98zgx>

Um só planeta Terra - <https://padlet.com/barbaracastro10/um-s-planeta-terra-iljw2yfxae5q06zd>

A problematização do tema do ODS 13 – Ação contra a mudança global do clima envolveu varias temáticas desenvolvidas nos projetos EC enfocando: o clima como bem comum; impactos das mudanças climáticas no nível global; impactos na saúde e bem estar da população humana; conseqüências das mudanças climáticas na alimentação das pessoas; exposição e vulnerabilidade a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques e desastres econômicos, sociais e ambientais; conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima; revisão de hábitos e práticas de vida pessoais e coletivas prejudiciais ao clima; consciência pública sobre risco, vulnerabilidade e redução de desastres; estratégias para prevenção, mitigação e redução de desastres causados pela mudança do clima, contribuindo para que as comunidades adaptem-se à nova realidade climática em âmbitos local, regional, nacional e mundial; pegada ecológica: o que é e como calcular a pegada individual; migração por causas climáticas; respostas a desafios ambientais; ações para enfrentar as mudanças climáticas; negacionismo da emergência climática;

ética ambiental; efeitos econômicos, sociais e políticos das mudanças climáticas; e conflitos de interesse ambiental.

b) Atividade com vídeos do Youtube e revistas/jornais online relacionados ao projeto EC. Foi apresentada proposta de atividade envolvendo: roteiro, tema, objetivos, vídeo e matéria de revista/jornal escolhidos para serem trabalhados em aula, na qual foi realizada atividade roteirizada e o público-alvo. Nos materiais coletados nos jornais ou revistas online se deram a partir dos temas escolhidos. A atividade consistiu em escolher um tema e pesquisar no YouTube documentário, reportagem, propaganda, entrevista, telejornal, videoaula, debate, desenhos animados ou filme de curta duração para serem usados no projeto EC. Planejaram uma atividade com o vídeo escolhido e publicaram o roteiro da mesma, o tema, os objetivos, o vídeo escolhido com link para acesso ou incorporado ao padlet e a proposta de atividade a ser desenvolvida a partir do vídeo escolhido.

A atividade com revistas/jornais online foi dirigida à elaboração de materiais de orientação e conscientização sobre temas relacionados a EC. Na oportunidade, os estudantes precisaram elencar os objetivos e propor uma tarefa a partir do artigo escolhido.

O exercício da autoria esteve presente na atividade, junto com o exercício de uma das competências digitais necessárias na sociedade da informação, que é a curadoria. Os estudantes foram convidados a pesquisar e selecionar vídeos e textos de reportagens que dialogassem com as temáticas da EC que estivessem trabalhando no projeto;

c) Construção de cartilha usando HQD: desafios relacionados a EC. A atividade partiu da conceituação e o processo de construção de uma HQD,

associada às linguagens verbal e visual, envolvendo elementos como personagens, tempo, espaço e acontecimentos organizados em sequência. Foram tratadas atividades em diferentes níveis e modalidades, com HQD, com exemplos; elementos da estrutura narrativa com foco na produção; e plataformas digitais com ferramentas para produção de HQD.

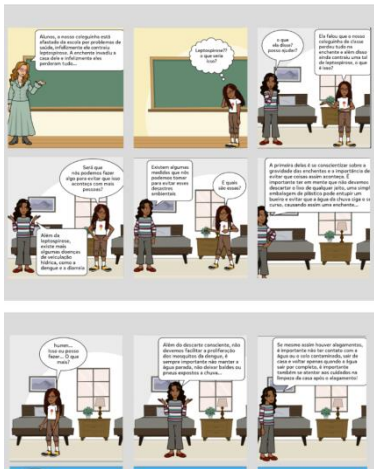
HQD 1 - Direito à água potável e Esgotamento Sanitário.

Descrição e justificativa: Nessa cartilha discutiremos os problemas causados pelo contato com água contaminada, resultantes da falta de saneamento e da falta de conscientização comunitária.

Personagens: Morgana - Mãe/ Marina - irmã mais velha, estudante universitária, consciente do seu dever quanto ao meio ambiente/ Marisa - irmã caçula, aprendendo a dar os primeiros passos na sociedade/ Cecília - professora / Henrique - colega de classe.

Ambiente: Casa/Escola

Situação problema: falta de estrutura escolar para higiene pessoal e coletivo. Conscientização do uso da água e do descarte correto do lixo e cuidados com a higienização.



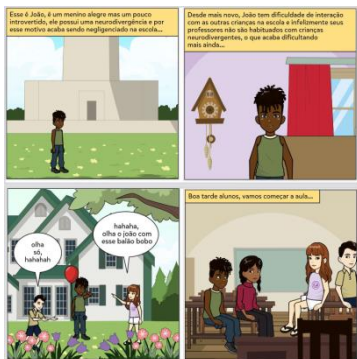
<https://padlet.com/laisemeirytidic/mudan-as-climaticas-e-tecnologia-f29fo8hllkuss3gs/wish/265832398>

7



HQD 2 - Meio ambiente: João e sua turminha.

Nossa história retratará um menino neuro divergente chamado João, o qual tem suas ideias negligenciadas na escola, por não ser levado a sério. A professora elabora um projeto ambiental, pedindo para os alunos trazerem ideias para melhoria do meio ambiente. Onde o vencedor ganharia um troféu com o título de "Pequeno Gênio". O que ninguém esperava, é que João seria o vencedor, trazendo a melhor ideia da turma. A história irá se passar no primeiro momento na escola, em seguida, na casa de João e finaliza na praça principal da cidade. João irá trazer uma série de atitudes que fazem parte de uma vida saudável e sustentável, abordando as mudanças de atitudes que todos devemos ter.



<https://padlet.com/mayaramoraes/2/germinando-esperan-a-6w4yu1z61hfszsebe/wish/2660485651>



HQD 3 - Direito à vida, saúde e ao desenvolvimento para ser trabalhado em nossa CQD por estar diretamente ligado a alguns dos temas trabalhados em nosso projeto.

Personagens - Os personagens que serão protagonistas da CQD são o cão e o gato, que iram explicar de maneira didática e divertida algumas situações para as crianças. No final da história também teremos uma participação especial dos seus donos para simbolizar o papel dos pais no aprendizado e conscientização dos filhos.

Cenário - O cenário utilizado na história será um ambiente caseiro, para ter ainda mais afinidade com o dia a dia das crianças.

Desenvolvimento - Os personagens vivem no ambiente escolhido, onde por meio de situações vividas por eles dão dicas e ensinamentos para as crianças.

Problema inicial - Os personagens iram apresentar como uma alimentação com foco em carne pode auxiliar no problema do aquecimento global, como o descarte incorreto de lixo prejudica não só a saúde delas como o meio ambiente e como uma falta de saneamento e higiene as prejudica.

Ampliação do problema - O cão e o gato vão apresentar em algumas situações como atitudes de descarte consciente com foco na reciclagem, alimentação rica em vegetais nem sempre com a presença de proteína de origem animal e uma higiene pessoal bem feita ajuda não só na saúde das crianças como também o meio ambiente.

Condução da história à solução do problema No decorrer da história, e após as situações apresentadas, nossos protagonistas vão representar as crianças explicando para os donos (que iram representar os pais) como não iram conseguir fazer todo o trabalho sozinho e vão precisar do seu apoio para realizar todas as dicas e lições que serão apresentadas na CQD



<https://padlet.com/VitoriaAmanda/a-contribui-o-do-ser-humano-para-o-aquecimento-global-ueexh9vojjnz03vk/wish/26626811>

45



HQD 4 - Direito à Água Potável e Esgotamento Sanitário.

Justificativa: o tema escolhido se encaixa a uma situação ocorrida na nossa cidade.

Personagens: Dona Maria, Seu Zé e mais dois moradores da cidade.

Ambiente: alguns pontos da cidade (lavanderia, praça, casa dos moradores).

Desenvolvimento da relação entre personagens e o ambiente: os personagens conversam entre si sobre como ficará a distribuição da água em sua cidade (Alto da Serra) após a venda da FADA

(Fonte de Abastecimento de Água).

Situação Problema: venda da distribuidora de água da cidade (Alto da Serra).

Condução da história, solução do problema e encerramento: após o gestor da cidade vender a fonte de abastecimento de água, moradores ficam preocupados em como a água chegará em suas torneiras e se a taxa a ser paga seria a mesma ou iria ter algum aumento. Mas, já que a venda não pode ser desfeita, a única solução é pegar o dinheiro da venda e investir em algum outro patrimônio para a cidade.



<https://padlet.com/rivaldoqueiroz/katiafranciele/tdic-e-o-aquecimento-global-apnvs61whbvgu0ww/wish/2662528319>



Após esse momento, foram apresentados temas relacionados a EC, além dos elementos necessários ao produto da própria atividade, o roteiro da HQD. A ideia foi compreender perspectivas e desafios relacionados a EC por cada dupla. Os estudantes elaboraram uma cartilha de orientação aos pais, estudantes, professores ou comunidades em geral acerca do trabalho com o tema escolhido. Na primeira aula o foco esteve na roteirização da HQD, com a descrição do tema escolhido, apresentação dos personagens, apresentação do ambiente (cenário), desenvolvimento da relação entre personagens e o ambiente, apresentação de uma situação problema,

ampliação da situação problema até chegar ao ponto alto da história e a condução da história até a solução do problema e seu encerramento.

O foco esteve na criação da HQD, explorando o recurso digital do Pixton (www.pixton.com) escolhido pelas duplas para desenvolver suas produções. O Pixton tem recursos facilitados para variados elementos estruturantes das HQD, tornando-o mais complexo e multidimensional, mas pode facilitar a produção de algo mais parecido com o que se deseja a partir do roteiro, por exemplo, além de possibilitar maior similaridade com a maioria dos quadrinhos conhecidos no mercado editorial.


d) Cibercordel na sala de aula- produção e registros em vídeo. Uma sequência de três aulas foi dedicada à construção de cibercordéis relacionados ao tema das mudanças climáticas. Foram disponibilizados materiais para consulta e exploração pelos estudantes, envolvendo dois vídeos, um documentário televisivo sobre literatura de cordel e videoclipe de música com temática de cordel. O material explorado introduziu elementos formais, temáticos, estruturais (tipos de estrofes) e sites de consulta com diversas informações, sendo um deles fundamental para a cultura da literatura de cordel no Brasil, o da Academia Brasileira de Literatura de Cordel.

A primeira aula foi dedicada à exploração sobre o gênero literário cordel e suas características. Os estudantes dedicaram-se à construção de seus cordéis, tanto da poesia, quanto da xilogravura, com no mínimo 6 páginas (capa, 4 páginas internas com no mínimo duas estrofes e página final com autores do cordel), publicado no padlet da dupla. Foram orientados a

construírem um cibercordel na temática das mudanças climáticas. Foram apresentadas fotos ilustrando a elaboração caseira de uma xilogravura e vídeos do Youtube explicando como fazer xilogravuras com vários materiais reutilizados, como isopor e vegetais.

Quadro 1

Cibercordeis elaborados pelos licenciandos

Produção do cibercordel	Temas explorados	QR CODE
	<p>Terra aquecendo- Alterações climáticas</p>	
	<p>“Oxente! De novo enchente??”- Práticas sustentáveis locais.</p>	
	<p>Cordel do Meio ambiente “O Homem”</p>	

Os estudantes concluíram a atividade registrando em vídeo o seu cibercordel, com a opção de registrar a declamação do cordel ou o processo de confecção das xilogravuras.

Muitos dos questionamentos apresentados pelos estudantes durante a execução das atividades em sala envolviam a relação entre as ideias que tinham e a estrutura formal apresentada. Por exemplo, quais as relações entre as ideias e a quantidade de estrofes. Algumas duplas começaram a escrever em forma poética, com alguma ideia, sem roteiro para pensar quantidade de estrofes e ideias trabalhadas no desenvolvimento do poema.

Os estudantes se sentiram gratificados quando sentiam que seu poema ia ganhando forma e o quanto isso era estimulante para eles. Esse diferencial foi notado em relação a várias outras atividades. Os estudantes levantaram duas hipóteses para explicar esse fenômeno: o interesse pela expressão pessoal e linguagem própria da literatura de cordel (estimulantes) e a possibilidade de fazer o próprio material, enquanto em outras aulas, o material era utilizado a partir de pesquisa, mas, em grande parte produzido por outros. No sentido da última hipótese, o fato de a aula seguinte ser a produção de um vídeo se mostrou também muito estimulante.

Uma dupla se antecipou e trouxe materiais para a sala de aula para fazer as xilogravuras. Isso estimulou as outras duplas, nessa ideia de produção autoral e processos imagéticos dialogando com o texto, no caso o poema. A ideia da capa do cordel, a xilogravura, como síntese do texto do poema, trouxe um significado específico estimulante para a produção das xilogravuras.

Na terceira aula, os estudantes produziram vídeos explicando a produção da isogravura, declamando ou dramatizando o cibercordel. A experiência da produção de um produto concreto em formato de folheto, com o diálogo multimodal entre imagem e texto poético trouxe a reflexão sobre o que nessa experiência foi estimulante ou significativo. Apesar da experiência e construção do cibercordel como recurso digital, inclusive vídeo autoral, as duplas mostravam com orgulho e confiança os objetos físicos originais de sua produção, os folhetos originais manuscritos com capa carimbada e os isopores originais.

A produção autoral também suscitou diálogos no WhatsApp, como a produção de vídeos de humor com o próprio cibercordel para os colegas de outras duplas verem, erros de gravação que eram dificuldades de produção da isogravura. Esses vídeos geraram diálogos sobre processos e produtos que não estariam no Padlet, por exemplo, mas eram parte da comunicação sobre os percursos das duplas. Essas conversações também sinalizaram um maior compartilhamento e constituição de relacionamento inter duplas.

Nesse contexto, houve auxílio mútuo nas dificuldades de lidar com os recursos digitais de edição e publicação de vídeos, houve falas de estímulo para compartilhar o material, quando uma dupla demonstrava vergonha. Jumper.

e) Estudo do meio: viagem virtual. Os estudantes elaboraram uma atividade para conhecer determinado lugar relacionado com o projeto EC na sua cidade, realizando uma visita online por meio de aplicativos de georreferenciamento, como Google Maps e Google Earth. Lugares como aterro sanitário; órgão público que desenvolva trabalhos na área de preservação do meio ambiente; fábrica de papel ou alimentos; cooperativa

de catadores ou trabalhadores autônomos; locais onde são coletados ou colocado lixo no bairro; área de preservação ambiental com nascentes; parque municipal para observar ecossistemas, poluição, desmatamento, preservação; posto de saúde para conhecer medidas de controle de doenças.

Foi proposto o planejamento de uma atividade do Projeto EC com o estudo do meio e temas variados, no qual deveriam indicar o objetivo da atividade com estudo do meio online, o(s) objeto(s) do conhecimento (conteúdos) estudado(s) e registros da visita realizada (fotografias, áudios, texto escrito, vídeos), que os estudantes explorariam nesses lugares e o que aprenderiam, ilustrando com fotos e mapas dos locais visitados e outras informações.

Os estudantes prepararam um guia de exploração, com perguntas orientadoras do deslocamento e busca de informações utilizando mapas online, aprendendo sobre os lugares/espacos ao descrever uma síntese da viagem virtual realizada.

O estudo do meio foi um momento rico no qual os estudantes exploraram imagens de lugares, realizaram passeios pelas ruas e pensaram a articulação entre as imagens com o tema escolhido foi salutar ao desenvolvimento da perspectiva digital para o indivíduo. Navegar como se estivesse na superfície e conhecer os lugares históricos por uma viagem virtual, animou-os em relação à atividade de ensino a ser aplicada com crianças do ensino fundamental anos iniciais.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A análise crítico-reflexiva dos resultados dos projetos EC levou em consideração o envolvimento e comprometimento dos estudantes com a proposta, as concepções elaboradas e as transformações evidenciadas, sobretudo na elaboração do planejamento e no desenvolvimento das aulas dentro da proposta colaborativa mediada pelas TD como recurso pedagógico.

A exploração da EC permitiu a construção de aulas utilizando TD, com exploração de temas relevantes e também para uma intervenção na escola aplicando as atividades e produções desenvolvidas nos projetos. Permitiu também a construção de atividades didáticas explorando o tema das mudanças climáticas explorando estratégias didáticas online com uso de TD.

Os estudantes realizaram autoavaliação sobre seu percurso nas aulas e avaliaram também o componente curricular e sua metodologia, disponíveis nos padlets das duplas, foi bastante positiva. De sua aprendizagem, puderam perceber e destacar os conhecimentos e competências digitais, considerando que todas as aulas ocorreram de maneira prática, sendo ministradas no laboratório de informática, com cada dupla utilizando um computador para desenvolver suas atividades e utilizar as diferentes ferramentas digitais que foram exploradas semanalmente.

A importância de trabalhar com a temática explorada no ODS 13 nas aulas dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, foi destacada pelos estudantes participantes da intervenção, por dar ao estudante noções sobre o meio ambiente e necessidade de preservá-lo para prosperidade, além de ensinar responsabilidade e consciência social, imprescindível para os mesmos da

educação infantil e ensino fundamental que estão em processo de formação e socialização inicial.

Defenderam que é fundamental trabalhar com os estudantes das primeiras séries para que desde cedo aprendam que eles também são responsáveis por cuidar e preservar o mundo em que vivem, bem como os recursos que existem nele. Além disso, podem levar esse conhecimento para o lugar onde moram, despertando nas outras pessoas o desejo de tornar o mundo um lugar mais sustentável, contribuindo, assim, para que o planeta continue sendo um lugar habitável para toda a humanidade.

Alguns estudantes tiveram dificuldades com as TD no início do semestre e, ao final do mesmo já conseguiam ter autonomia e desenvoltura na utilização das TD, o que é fundamental para garantir a continuidade de uma prática pedagógica que venha a integrar as TD com o currículo.

Também avaliaram positivamente a temática transversal das mudanças climáticas discutida e trabalhada durante o semestre e em todas as atividades. Para os estudantes envolvidos, foi muito enriquecedor e interessante aprofundar na inserção dessa temática no currículo dos anos iniciais.

Na avaliação do percurso de aprendizagem no componente curricular foi considerada pelos participantes a importância de trabalhar com a EC nas aulas dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental; a aprendizagem na construção das atividades autorais com o ODS 13.

Os conteúdos trabalhados nas diversas atividades enfatizaram os fenômenos naturais, políticas ambientais e TD, o cuidado com si mesmo, com o outro e com o ambiente, de maneira que os futuros professores

assumam posturas saudáveis em seu cotidiano e ajam de maneira autônoma e responsável, individual e coletivamente, demonstrando autonomia e responsabilidade por seus atos.

Foi enfatizada a construção de atitude crítica, ética e responsável em relação à multiplicidade de ofertas midiáticas e digitais, e os diferentes usos das TD e dos conteúdos veiculados; assim como fluência no uso destas para proposição de soluções e manifestações culturais contextualizadas e críticas.

As atividades enfocaram, de um lado, práticas de ensino perpassando as TD em contextos educacionais, e, de outro, as possibilidades pluritemáticas do ODS 13. Isso possibilitou a contextualização das TD no contexto educacional e para reflexões sobre práticas de ensino possíveis e praticáveis.

Os murais digitais padlets foram impactantes tendo em vista a constância de realização das atividades pelos estudantes, algo que nunca tinha visto e fomenta à aprendizagem de forma muito significativa. Vários aspectos do desenho do componente curricular projetam esse resultado, mas a visualização dos padlets postados com alguma constância, e esse diálogo com os resultados é um desses elementos. A própria funcionalidade do padlet como um portfólio em que o estudante observa a sua capacidade de produção desde o início até aquela atividade que ele está realizando foi algo fundamental para a sensação de capacidade de realização dos estudantes e sua possibilidade de continuar explorando os recursos digitais mais e mais.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barba, C., Capella (2012), S. (orgs). *Computadores em sala de aula: métodos e usos*. Penso.

Bender, W. N. (2014). *Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI*. Penso.

Brasil (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. MEC.

Dudeney, G., Kockly, N., Pegrum, M. (2016). *Letramentos digitais*. Parábola.

Hernandez, F. (1988) *Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho*. Artmed.

Minano, R., Garcia-Haro, M. (2020). (Eds). *Implementando la Agenda 2030 em la universidad*. Red Española para el Desarrollo Sustentable (REDS).

ONU (2015). *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. ONU.

Perez-Gpmez, Á. I. (2015). *Educação na era digital: a escola educativa*. Penso.

Prensky, M. (2021). *Educação para um mundo melhor: como estimular o poder das crianças e jovens do século XXI*. Panda Educação.

REDS (2020). *Como evaluar los ODS en las universidades: manual*. Red Española para El Desarrollo Sostenible.

Sanchez, O. D. e outros (2019). *TIC para o desenvolvimento sustentável: recomendações de políticas públicas que garantem direitos*. Unesco.

Unesco (2011). *Mudança climática: guia básico*. Unesco/PNUMA (UNEP).

Unesco (2015). *Marco da Educação 2030: Declaração de Incheon*Unesco.

Unesco (2017). *Em preparação para o clima: um guia para escolas sobre as ações climáticas*. Unesco.

Unesco (2020a). *Educação para o Desenvolvimento Sustentável na escola: ODS 3. Saúde e bem estar*. Unesco.

Unesco (2020b). *Educação para o Desenvolvimento Sustentável na escola: ODS 13. Ação contra a mudança global do clima*. Unesco.

O autor agradece ao apoio do Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Tecnológica (CNPq) pela concessão de Bolsa Produtividade em Pesquisa e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Alagoas pelo financiamento da pesquisa.

TRANSICIÓN DE LOS SABERES DIGITALES: DE LO INCIPIENTE A LO AVANZADO

Alberto Ramírez Martinell

albramirez@uv.mx <https://orcid.org/0000-0003-2370-4994>

Universidad Veracruzana (México)

RESUMEN

Los docentes de educación superior, incluidos aquellos que tienen actividades de gestión, vinculación e investigación poseen una serie de saberes digitales que les permiten ejercer su profesión con mayor fluidez y pertinencia. Hay evidencia sobre el carácter disciplinario de los saberes digitales de los universitarios por lo que es posible reconocer que las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en la Educación Superior son sensibles al contexto y que se ejercen con un rasgo disciplinario que las distingue de la comunidad universitaria. Con las disrupciones tecnológicas recientes– como el continuo incremento de la exposición a pantallas, el uso de plataformas virtuales y la inteligencia artificial generativa– se evidencia que, al interior de las comunidades académicas, que comparten usos y valoraciones tecnológicas, existen al menos dos tipos de culturas digitales. Una de ellas orientada por los arraigos y preferencias al uso de versiones de software o a formas anticuadas de resolver problemas con aplicaciones incipientes de tecnología preferidas por docentes con grados de apropiación tecnológica más bajos y otra cultura con afinidades digitales más finas, amplias, disruptivas, modernas y vigentes. Para analizar la transición entre la cultura digital incipiente y con dependencias a prácticas anteriores a una más avanzada se trabajó con un grupo de medio centenar de docentes para evidenciar los cambios de una cultura digital inicial a una más avanzada.

1. INTRODUCCIÓN

La visión disciplinaria del uso de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) en la Universidad es un tema ampliamente explorado

(Casillas et al, 2021a, 2021b, 2024; y Ramírez et al, 2021a, 2021b, 2023). Esto nos permite distinguir, por ejemplo, que las formas de escribir de los profesionales de la biología son particulares a su campo; y que tienen rasgos y maneras propias de la disciplina que delimitan los perfiles de sus actores; y, al mismo tiempo, los diferencian de las formas de escribir de otras comunidades académicas, como podrían ser los actores educativos de las áreas de teatro, matemáticas o pedagogía. En este mismo sentido, reconocemos que la elaboración de carteles es una forma común de divulgación y escritura para los biólogos, mientras que en el área de teatro este tipo de actividad requiere del uso de otras formas y herramientas como CELTX para la escritura de guiones, o LaTeX para la redacción de artículos científicos del área de matemáticas o Microsoft Word –u otros procesadores de texto– para la redacción de ponencias en el área de la educación.

Al igual que con la escritura, en todas las tareas asistidas por TIC que realizan los universitarios hay formas de usar dispositivos, fuentes de información y programas informáticos que resultan ser propias de una comunidad académica determinada. A estas formas disciplinares de uso de la tecnología digital se le van sumando, de manera discrecional y a ritmos diferenciados, lo que cada disciplina académica adopta de las nuevas soluciones tecnológicas, creando diferencias de uso al interior de las comunidades académicas.

1.1. Saberes Digitales

Los saberes digitales son una estructura graduada de conocimientos, valores, estrategias y modos de usar las tecnologías de la información y de

la comunicación que los miembros de una comunidad académica siguen, sean docentes, estudiantes o funcionarios institucionales (Casillas et al, 2021c).

Los saberes digitales pueden ser de tipo informático e informacional. Estos últimos son Literacidad informacional y ciudadanía digital, mientras que los saberes informáticos se agrupan en tres grupos según sus funciones. Saberes digitales para la administración de sistemas; saberes digitales para el manejo de contenido digital y saberes para la comunicación, colaboración y socialización en entornos digitales.

Los docentes universitarios tienen un capital tecnológico (KT), en sentido bourdieusiano, con tres estados. Un capital tecnológico objetivado, descrito por teléfonos, computadoras y licencias de software; otro de tipo institucionalizado evidenciado a través de certificaciones, cursos y títulos universitarios; y un tercer estado del KT incorporado entendido en esta investigación como saberes digitales.

En el contexto digital, las comunidades académicas tienen formas de ser que son compartidas en su interior y que suelen ser distintas al compararse con grupos de otras disciplinas. Las comunidades académicas de una disciplina dada ejercen sus saberes digitales de acuerdo con lo que es común en su campo de adscripción. Esto es observable en especial en los usos de software especializado, en la consulta de bases de datos temáticas, y para algunas disciplinas en el uso de dispositivos digitales. Los saberes digitales avanzan, se transforman, y modifican en función de los avances en las versiones de los programas informáticos utilizados por las comunidades académicas, por los avances de los grados de apropiación tecnológica de las

personas y los grupos y de la popularización de nuevas formas de ser en el contexto digital.

1.2. Transculturación digital

A la transición de una cultura digital inicial, usualmente limitada e incipiente a una cultura digital más avanzada que deriva de las tendencias tecnológicas, los cambios en los modos de ser de las disciplinas o que resultan de la capacitación y uso intenso de TIC la reconocemos como una cultura digital avanzada. Es de interés de esta intervención, analizar el proceso de cambio, que referimos como transculturación digital (Ramírez Martinell et al, 2024).

Con el trabajo remoto de emergencia para evitar contagios de Coronavirus se dio entre 2020 y 2022 una forma de trabajo que confiaba en distintos tipos de plataformas digitales para la organización y participación en videoconferencias de escritorio, el uso de redes sociales y mensajeros instantáneos para mantener la comunicación, las aulas virtuales y sistemas de aprendizaje distribuido, el empleo de bases de datos y fuentes de información en Internet y un uso más intenso del cómputo en la nube. Esta plataformización forzada de la educación promovió entonces, ciertos cambios en los saberes digitales de los universitarios, una transculturación digital evidente comparable quizás a lo que sucedió en los 90 con la popularización de las computadoras en los contextos escolares que demandó la alfabetización digital de comunidades académicas enteras. El cambio de los que no sabían usar computadoras a un estado de uso fluido fue el primer momento de transculturación digital más evidente entre la

cultura digital más incipiente de la historia a una cultura que consideraba el uso de la ofimática como el estándar de saber computación.

Después de la pandemia por COVID-19 y el trabajo remoto de emergencia, las inteligencias artificiales generativas y los modelos de lenguaje amplio o LLM por sus siglas en inglés (Large Language Models) como ChatGPT irrumpieron de manera generalizada en las prácticas comunes de uso de TIC en la Educación Superior. Estas dos maneras de interactuar con las TIC cambiaron de manera importante los saberes digitales de los universitarios. Lo que antes se requería saber sobre TIC para tener un desempeño adecuado en la educación, con la pandemia y con las inteligencias artificiales generativas cambió.

Hay usos tecnológicos ampliamente aceptados y comunes en la educación superior que se podrían considerar como el parte de la cultura digital inicial. El correo electrónico, las plataformas para la comunicación y el aprendizaje distribuido y los programas de ofimática son un ejemplo de esto. No obstante, las comunidades académicas se están diferenciando, pues hay usuarios con arraigos a versiones de software y estrategias tecnológicas anteriores que distan de la disposición y modos de ser de aquellos que usan la tecnología de manera más innovadora. Esta serie de usos finos y especializados que sugieren un tránsito entre dos tipos de usuarios de sistemas digitales es lo que en este contexto referimos como transculturación digital.

Estamos entonces ante una etapa de transculturación digital entre una cultura con saberes digitales básicos, arraigados y más conservadores hacia

otra cuya cultura digital (Ramírez, 2023) tiene una base más dúctil, humanista y con un mayor sentido de la comunidad.

El arraigo a los usos computacionales comunes, cotidianos y ciertamente hasta dominados por parte del grupo más conservador podrían ralentizar la transición hacia una cultura digital más avanzada pues se ponen en duda las innovaciones, la popularidad de nuevos servicios de web social y la adopción de nuevos dispositivos o versiones de software.

2. MÉTODO

Para observar las diferencias de usos tecnológicos de los integrantes de una comunidad académica que existen entre una cultura digital inicial y una más avanzada se observan los saberes digitales de la comunidad universitaria para identificar los arraigos de los grupos conservadores –que pertenecen a una cultura digital A– y a los más innovadores que forman parte de una cultura digital B. En el primer grupo se ubican los usuarios con preferencias de uso de versiones de software anteriores y empleo de estrategias tecnológicas más tradicionales mientras que en el grupo de la cultura digital B, se encuentran aquellos que han incorporado a sus formas de usar las TIC soluciones informáticas más innovadoras, disruptivas y de frontera tecnológica como la plataformización de la educación y las inteligencias artificiales generativas.

Al poner en juego una variable temporal o una de apropiación tecnológica se podrán evidenciar las diferencias entre una cultura digital A y una cultura digital B dentro de un mismo gremio. La hipótesis es que los saberes digitales de las comunidades académicas cambian según la apropiación

tecnológica o exposición de uso de TIC de los actores universitarios, pudiéndose distanciar al interior del gremio, a quienes tiene actitudes más innovadoras de aquellos con más posturas tecnológicas conservadoras y arraigadas (Ramírez y González, 2024).

A partir de la observación de las prácticas de un grupo de profesores universitarios de una institución privada con docencia en distintas áreas académicas se logró iniciar con la exploración de la transición de una cultura digital A a una cultura digital B.

En la observación se buscó identificar los arraigos, entendidos como la transición más lenta o reducida de una práctica a otra; la institucionalización de los usos tecnológicos y el incremento y posible redireccionamiento del grado de apropiación tecnológica de las personas docentes universitarias.

3. RESULTADOS

En esta sección se presentan las características generales de las Culturas Digitales A y B, inicial y más avanzada que se recuperaron de la observación de las prácticas de un grupo de profesores universitarios de una institución de financiamiento privado. El grupo participó en un taller de actualización en temas digitales en el mes de marzo de 2024 y estuvo compuesto por 51 académicos con docencia áreas de corte administrativo, creativo, ciencias sociales, deportivo, técnico o turístico. La distribución de los informantes se muestra a continuación.

Tabla 1*Distribución de las personas participantes*

Materias	Número de participantes
Materias de corte administrativo	4
Materias del área creativa	5
Materias del área de ciencias sociales	15
Materias del área deportiva	4
Materias del área técnica	16
Materias del área turística	2
Otras materias y funciones	5
Total	51

La descripción de la transculturación digital de este grupo de informantes se describe a continuación a partir de la estructura de los saberes digitales.

El uso de **archivos digitales** es una práctica que no presenta cambio. Aunque por el uso de dispositivos digitales, el manejo de archivos de audio (MP3) e imágenes (JPG) principalmente tiende a contextualizarse pues en un teléfono inteligente o una tableta, el audio es una canción o una nota de voz y la imagen es una foto, un pantallazo, un sticker, un meme o una animación. En ambos casos los usos refieren a los objetos digitales y no a los archivos .MP3 o JPG, PNG o GIF.

Los **dispositivos digitales** tienden a la portabilidad, sin llegar a ser sustituidos por teléfonos móviles. El grosor de las laptops se reduce, las funcionalidades de las tabletas se enriquecen con teclados y el almacenamiento pareciera ser la siguiente frontera por conquistar.

Los usos de bases de datos temáticas y los **programas informáticos especializados** responden a una tendencia de desarrollo de las TIC disciplinarias. Prácticamente todas las disciplinas universitarias tienen un número importante de opciones de software que simplifican las tareas del campo. Lo mismo sucede con las revistas, portales y repositorios temáticos. Los docentes están cada vez más

Los cambios en el **manejo de texto** plano y texto enriquecido no ha cambiado de manera importante. Si bien hay usos más finos de los procesadores de palabras, como la vinculación con gestores bibliográficos y una mayor noción estética de la formación de textos, los usos generales se mantienen. Los LLM, que representan el cambio principal del momento, aún no se usan de manera amplia en las áreas. Las personas estudiantes ya los usan, pero sin regulación o guía institucional.

En el manejo y **procesamiento de datos**, Microsoft Excel sigue siendo un programa comodín y de uso universal en todas las materias que así lo requieran, pero si hay un cambio importante en este saber digital. Las personas docentes ya consideran el uso de programas para el procesamiento estadístico de datos, tanto cuantitativo como cualitativo.

En lo relativo a **medios y multimedia**, hay un tránsito principal del consumo a la producción. Cada vez más personas docentes producen sus medios sean imágenes, audios o inclusive videos. El celular es corresponsable de la transición, pues este dispositivo facilita la captura de fotos, la producción de notas de voz y de video.

En el terreno de la **comunicación digital**, se trasciende el uso de correos comerciales de dominios y servicios de Hotmail o Yahoo a los universitarios o de convenios institucionales. Durante la pandemia, el uso de grupos en mensajeros instantáneos se incrementó y a su término continuó. Este medio se usa para la comunicación ociosa mientras que el flujo de oficios y notificaciones oficiales sigue haciendo uso del correo electrónico.

La **colaboración y socialización** en plataformas es el cambio mayor de este grupo y es probable que sea similar para académicos de otras instituciones y niveles educativos. Las aulas virtuales y plataformas para las videoconferencias de escritorio se volvieron cotidianas. El ingreso, uso fluido y organización de eventos mediados por video sincrónico desde dispositivos portátiles y de escritorio se volvió común. Previo a la pandemia las videoconferencias eran eventos elaborados que en el nivel institucional requerían de una sala, infraestructura y aspectos de gestión para su uso.

Los cambios observados en los saberes digitales informacionales son, de igual forma, relevantes para su análisis. En lo relacionado con el manejo de información se observa el cambio en las posturas de las personas docentes y en sus consideraciones para el manejo de la información. En la **ciudadanía digital**, hay ahora un manejo más responsable de la información en el sentido de respeto a los derechos de autor, en las actitudes de cuidado de datos sensibles personales y de la comunidad académica y en las posturas de cuidado y alerta de los usuarios para evitar situaciones problemáticas en el ciberespacio.

Que las personas docentes estén más informadas que antes, también se debe a la exposición que tienen a sistemas de información y a su capacidad

de procesamiento, gestión y filtrado. Esto refiere a un cambio de actitud entre el acceso a Internet y la búsqueda sistemática y crítica de información académica en base de datos especializadas y bien valoradas en la disciplina académica. La **literacidad informacional** de los docentes tendrá que seguir avanzando especialmente en lo relativo al enfrentamiento que tienen con textos sintéticos generados en LLM.

En la tabla 2 se presentan los cambios principales por saber digital de una cultura digital a otra.

Tabla 2

Saberes Digitales en transición

Saberes digitales	Cultura digital incipiente	Cultura digital más avanzada
Saber manejar archivos digitales	Uso de archivos	Uso de archivos
Saber usar dispositivos digitales	Uso de computadoras de escritorio y laptops	Dispositivos móviles, laptops ligeras, popularización de la marca Apple
Software y bases de datos especializadas	Uso de buscadores genéricos	Repositorios institucionales, bibliotecas digitales
Saber manejar texto	Uso de procesadores de textos	Uso de procesadores de textos
Saber manejar conjuntos de datos	Uso de hojas de cálculo	Software para el análisis estadístico y QDA
Saber manejar medios y multimedia	Consumo de medios	Producción multimedia

Saber comunicarse en medios digitales	Uso de correo electrónico comercial	Mensajeros instantáneos, correo electrónico institucional
Saber colaborar y socializar en medios digitales	Redes sociales	Plataformas educativas y de videoconferencia
Ciudadanía digital	Vulnerable a fraudes y engaños	Postura vigilante, ética y responsabilidad
Literacidad informacional	Búsquedas genéricas	Búsquedas especializadas

En lo relativo a los arraigos que las personas docentes tienen a ciertas tecnologías digitales que les permiten operar con comodidad y atender de manera cotidiana asuntos propios de la disciplina, se observó que hay rasgos en todos los saberes digitales que sugieren su estabilidad y naturalidad. Sin embargo, con la evolución tecnológica, vertiginosa y veloz, la actualización tecnológica es necesaria.

En este momento histórico, los arraigos tecnológicos más importantes, que, si requieren de un proceso de transición, son los relativos al binomio texto-ciudadanía digital. La escritura y la lectura son, en la educación superior, actividades centrales que invariablemente resultan ser afectadas con la llegada, popularización y consolidación de las inteligencias artificiales generativas y las LLM.

La generación sintética de texto a través de LLM como ChatGPT, requiere de posturas críticas, modos de ser y ethos escolares que orienten las formas de interactuar con las inteligencias artificiales. Son la ciudadanía digital y la literacidad informacional de la cultura digital B necesarias para que la

impostura, deshonestidad académica y dependencia a la LLM no se instalen ni mucho menos se arraiguen como las formas normales de usar la LLM en el contexto universitario.

La elaboración de resúmenes de textos, videos y documentos extensos con inteligencias artificiales generativas, que atenten contra la reflexión deben de ser regulados por cada miembro de la comunidad académica y no necesariamente a partir de un reglamento de uso.

El horizonte de la transculturación digital de los universitarios es entonces la ciudadanía digital, orientada al desarrollo de posturas críticas de los universitarios, capaces de regular el uso de la tecnología, de distinguir los usos aceptados en la disciplina y los que podrían ser considerados como tramposos.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los cambios principales de la cultura A y la B podrían explicarse en tres sentidos: la institucionalización de los usos tecnológicos, en su afinación y en la ausencia de cambios que referimos en esta investigación como arraigos.

En relación con la profesionalización e institucionalización de las prácticas, se logró distinguir un uso de correo electrónico y de plataformas digitales que distinguen las prácticas ociosas de las académicas. Las personas docentes tienden a preferir lo institucional para los aspectos laborales pues ya resulta importante el cuidado de la información, de la identidad académica y de las relaciones que se dan con colegas y personas estudiantes en entornos digitales

En relación con la afinación de las destrezas y a la ampliación de soluciones digitales se puede decir que es en el uso más diestro de los programas de ofimática, en la ampliación del uso de soluciones de software para el procesamiento de datos o para realizar tareas disciplinarias previas, así como en la familiaridad en el empleo de repositorios y bases de datos universitarias.

Los arraigos a prácticas digitales, estrategias de uso de TIC, tipos y versiones de software, bases de datos, dispositivos digitales y modos de ser que sean incompatibles con los signos de la época no sólo dejan a las personas docentes que se adscriben a una cultura digital A en una postura de desactualización en relación con la cultura digital B, sino también en el desamparo. Esta responsabilidad de tránsito de una cultura digital a otra tendría que ser compartida entre el individuo su comunidad y su institución de adscripción.

Es de interés de este grupo de investigación concretar las definiciones de cultura digital básica y de mayor arraigo, así como delinear el horizonte de desarrollo de la cultura digital más avanzada, para poner en consideración su relación y sensibilidad con el contexto y la apertura a la innovación de las comunidades académicas y así poder observar las formas y condiciones necesarias que se requieren para la transculturación digital en la educación superior.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Casillas, M. & Ramírez, A. (2024). *Saberes digitales de biólogos, agrónomos y veterinarios*. Universidad Veracruzana.

- Casillas, M. & Ramírez, A. (2021a). *Saberes digitales de geógrafos, estadísticos, economistas, contadores, administradores, gestores e informáticos*. Universidad Veracruzana.
- Casillas, M. & Ramírez, A. (2021b). *Saberes digitales de médicos, enfermeros, quiroprácticos, bioanalistas, nutriólogos, psicólogos y odontólogos*. Universidad Veracruzana.
- Casillas, M. A. & Ramírez Martinell, A. (2021c). *Saberes digitales en la educación. Una investigación sobre el capital tecnológico incorporado de los agentes de la educación*. Brujas.
- Ramírez Martinell, A., & González Martínez, J. R. (2024). Transculturación digital: reflexión de un cambio permanente en la educación superior. *Emerging Trends in Education*, 7(13), 89-102. <https://doi.org/10.19136/etie.a7n13.6297>
- Ramírez Martinell, A. (2023). *Cultura digital en el Marco Curricular Común de la Educación Media Superior. Colección de Apuntes Académicos del Colegio de Bachilleres del Estado de Veracruz*. COBAEV.
- Ramírez, A. & Casillas, M. (2023). *Saberes digitales de músicos, actores, bailarines, docentes de artes y profesionales de las artes plásticas y visuales*. Universidad Veracruzana.
- Ramírez, A. & Casillas, M. (2021a). *Saberes digitales de historiadores, filósofos, abogados, antropólogos, pedagogos y licenciados en lenguas e idiomas*. Universidad Veracruzana.
- Ramírez, A. & Casillas, M. (2021b). *Saberes digitales de matemáticos, físicos, químicos, arquitectos e ingenieros*. Universidad Veracruzana.

AULA INVERTIDA Y HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UNA EXPERIENCIA DE INNOVACIÓN EDUCATIVA

Muñoz López, María del Pilar

mariadelpilar@uma.es <https://orcid.org/0009-0000-5597-1371>

Universidad de Málaga (España)

Gutiérrez Valderrama, Rafael

rafagv@uma.es <https://orcid.org/0009-0004-4016-1973>

Universidad de Málaga (España)

RESUMEN

Las metodologías innovadoras actúan como catalizadoras del proceso de aprendizaje y aumentan la motivación del estudiantado, ya que permiten adaptarse a sus necesidades. En el aprendizaje de idiomas, es fundamental que el alumnado este inmerso en el idioma. Esta inmersión permite una comprensión más profunda y natural del uso de la lengua. Por ello, es crucial encontrar herramientas y metodologías que exploten las oportunidades brindadas por las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), para adoptar un enfoque práctico, colaborativo, personalizado y tecnológicamente avanzado. Este estudio documenta una experiencia de innovación en formación de idiomas y su evaluación. Su objetivo es potenciar el protagonismo del estudiantado en el proceso enseñanza aprendizaje mediante la metodología de aula invertida o flipped classroom, en un entorno síncrono y utilizando herramientas como Google Meet o Google Drive, apoyadas con herramientas de inteligencia artificial como Wooclap. La evaluación se basa en una metodología mixta mediante un cuestionario y el análisis del diario docente junto con la observación. Los resultados indican que el estudiantado no había utilizado previamente esta metodología, pero en términos generales, la evaluaron positivamente por su impacto en el aprendizaje. Como conclusión destacan los beneficios y la importancia del papel docente en su implementación.

1. INTRODUCCIÓN

El uso de la tecnología como recurso didáctico se está volviendo cada vez más común en todos los niveles educativos (Alastor y Martínez-García, 2020). Sin embargo, la innovación docente implica más que integrar tecnología en el aula; es necesario emplearla de forma pedagógica, implementando metodologías didácticas activas y adecuadas que optimicen todo el proceso de aprendizaje (Fernández-Martín, 2020). Dentro de este contexto, el papel del profesorado es crucial, ya que son los que impulsan el cambio desde las aulas (Alastor y Martínez-García, 2022).

En la enseñanza de idiomas, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), aportan más funciones que la instrumental con pizarra, lápiz y papel, por su acceso a materiales auténticos y la comunicación mundial (Sindi-Alivi, 2019, p9). Hay que dejar atrás los días de pizarra, enseñanza centrada en el profesor, cuaderno, lápiz; que poco o nada han contribuido a la adquisición óptima de una segunda lengua (Elejalde, 2022, p4). Con el uso de las TIC, el docente pasa a ser un guía mediador en el proceso de aprendizaje, facilitando la práctica y la inmersión en el idioma (Vilca, 2024), y el alumnado es el protagonista de su propio aprendizaje, y para ello las TIC juegan un papel fundamental en facilitar el acceso y la interacción con el conocimiento (García-Pérez, Ramírez-Arrabal y Rojas-Cepero, 2024).

En el ámbito educativo, resulta evidente que el uso de Internet contribuye significativamente al proceso de enseñanza-aprendizaje en entornos formales (Fernández-Martín, 2020). Además, se emplean recursos tecnológicos que tradicionalmente no se asocian exclusivamente con el ámbito educativo, sino que pertenecen al campo del ocio y el esparcimiento,

como las redes sociales (Marín y Cabero, 2019). Estos recursos ocupan una parte significativa del tiempo de los usuarios, lo cual subraya la importancia de incorporar dispositivos móviles en el proceso de formación y en día a día del aula.

Las metodologías didácticas innovadoras son clave para conseguir un mejor resultado en el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como para favorecer la motivación hacia el aprendizaje por parte del alumnado (García-Casas et al., 2021). En este sentido, la aplicación de metodologías activas como el aula invertida o “flipped classroom”, facilita una mayor participación del alumnado, promoviendo un aprendizaje más activo y colaborativo, lo que a su vez incrementa la motivación y el compromiso (Abeysekera y Dawson, 2015).

Siguiendo este mismo punto, la combinación de metodologías activas y TIC transforman el aula en un espacio de aprendizaje social, donde los estudiantes desarrollan competencias críticas y creativas a través de la colaboración y la interacción (Castañeda y Selwyn, 2021). En este contexto, las ventajas del aprendizaje colaborativo, participativo y social radican en la adquisición de conocimientos que van más allá del saber formar. Este enfoque permite desarrollar habilidades técnicas, destrezas relacionales, sociales e interpersonales. Además, la integración de tecnologías como smartphones, tablets y portátiles, facilita este trabajo y mejora el acceso a la información de forma rápida, efectiva y eficiente.

Por otro lado, el uso de aula invertida en combinación con tecnologías educativas fomenta no solo la adquisición de conocimientos, sino también el desarrollo de habilidades críticas y la autogestión del aprendizaje en los estudiantes (Alvarez y Guifré, 2023). Así mismo, el aula invertida permite

que los estudiantes se involucren en el aprendizaje significativo al construir sobre sus conocimientos previos, lo que facilita un proceso de aprendizaje más profundo y significativo (Bishop y Verleger, 2021).

El uso de una metodología docente como aula invertida o flipped classroom permite adaptarse fácilmente al alumnado (denominado tradicionalmente “nativo digital”), y a los tiempos actuales (Hernando, 2015). Por otro lado, adaptarse a los tiempos y a nuestro alumnado, implica utilizar las herramientas TIC que tenemos a nuestro alcance, no solo para facilitar la tarea docente, sino también para apoyar activamente el aprendizaje de los estudiantes, adaptándose a sus necesidades y habilidades digitales (North, A., 2021).

En este contexto, resulta esencial la formación del profesorado en unas herramientas cada vez más numerosas que permiten, según describen Petersson et al. (2020), un aprendizaje activo a partir de una pedagogía invertida. Igualmente facilitan la creación e integración de contenidos que redundan en una mejora notable de la enseñanza (Mogollón de González y Saavedra, 2020) y en el aprendizaje colaborativo (Dhari et al., 2019), con unos estudiantes más preparados e informados (Dean y Lima, 2017).

Además, no podemos perder de vista que en estos años y gracias a las herramientas interactivas tanto dentro del aula como en remoto, se han podido iniciar nuevas dinámicas en el aula que han favorecido el aprendizaje del alumnado. En la actualidad, el estudiantado está familiarizado con el entorno digital, circunstancia que facilita la implantación de herramientas como Wooclap, que fomentan la participación en el aula a partir de presentaciones interactivas y participativas (Universia, 2018). Según Bocanegra et al. (2021), Wooclap se

ha posicionado como una herramienta clave en las aulas virtuales, permitiendo a los docentes fomentar una mayor participación e interacción entre los estudiantes en tiempo real.

La falta de presencialidad en la formación online es un gran reto para el profesorado al no poder controlar el entorno en el que se mueve el alumnado. En esta línea, Alonzo et al. (2015) considera fundamental que el docente conozca y sepa gestionar cualquier variable que se produzca en clase para evitar la distracción. Según López et al. (2023), con su creciente presencia en entornos educativos, Wooclap facilita la recopilación de respuestas en directo, lo que no solo mejora la experiencia de aprendizaje, sino que también permite a los docentes hacer ajustes sobre la marcha. La utilización de Wooclap en la educación a distancia ha demostrado un impacto significativo en la motivación del estudiante y calidad de la interacción en el proceso de aprendizaje (Mártinez y Pérez, 2022).

El interés del presente estudio se centra en la innovación docente en un curso de idiomas de régimen especial a través de aula invertida o flipped classroom, promover el uso de dispositivos electrónicos “bring your own device” (BYOD), así como analizar como la herramienta de inteligencia artificial Wooclap facilita al alumnado su participación en el aula virtual, de forma síncrona y su impacto en el aprendizaje.

2. MÉTODO

Esta experiencia de innovación docente se implementó en enseñanza de régimen especial, en un curso en modalidad síncrona online. El objetivo principal, mediante la metodología de aula invertida o flipped classroom y el uso de un dispositivo adicional al utilizado en la conexión síncrona para

interacción en tiempo real BYOD “bring your own device”, era promover la gamificación mediante el uso de herramientas de inteligencia artificial como Wooclap. La gamificación educación puede resumirse en varios principios: la creación de problemas o retos para buscar soluciones; fomentar el trabajo en equipo para poder avanzar; añadir elementos motivacionales al aprendizaje; la incorporación de retos para fomentar el desafío hacia el aprendizaje y la presión temporal para la resolución de tareas (Contreras y Eguia, 2016). Así como mejorar habilidades y destrezas en los estudiantes como la atención o la mejora en la adquisición de conocimientos (Catala, et al., 2024).

A lo largo de la docencia, se ha combinado flipped classroom o aula invertida, con el uso de GMeet, GDrive y la plataforma Wooclap como herramientas docentes para el desarrollo de las sesiones síncronas. Para ello, se ha proporcionado al alumnado una serie de materiales de forma previa a las clases, haciendo uso de GDrive compartido por todo el grupo, que debían ser trabajados por los estudiantes para su puesta común en el aula. Wooclap se incorporó como herramienta de participación del alumnado en las sesiones, para animar a los alumnos al debate y finalmente medir los conocimientos adquiridos en el aula. Los contenidos fueron planificados a lo largo de dos sesiones semanales con una duración de dos horas y media siguiendo la planificación.

Para la evaluación, se utilizó una metodología mixta que combinó técnicas cualitativas y cuantitativas de recolección de datos. Por un lado, se empleó la observación no sistemática, utilizando el diario del profesor como herramienta para recoger datos cualitativos. Por otro lado, se aplicaron

técnicas cuantitativas mediante una encuesta que utilizó un cuestionario como instrumento de medición.

2.1. Participantes

En la experiencia participaron la totalidad del alumnado matriculado, 12 estudiantes con una edad media de 33 años. Un 67% de los asistentes son mujeres y en cuanto a la formación previa, un 85% dispone de formación superior y el resto formación media.

Los participantes que completaron la evaluación de la experiencia fueron 10 estudiantes. El 100% de ellos manifestó no haber experimentado previamente con la metodología del aula invertida. El 80% afirmó haber utilizado herramientas como GDrive, Youtube o GMeet, como recursos del aula. Mientras que el 100% de ellos manifestó no haber utilizado ni conocer la plataforma Wooclap.

2.2. Instrumento de evaluación

El cuestionario de satisfacción utilizado para recoger las impresiones del alumnado fue diseñado ad hoc. El instrumento cuenta con un total de 43 ítems diseñados sobre la base de la literatura académica y la propia experiencia del profesorado, agrupados en tres bloques de contenido: información general, evaluación de la metodología y evaluación de las herramientas. El cuestionario cuenta con preguntas tipo cerrado, de opción múltiple y de escala tipo Likert, así como de tipo abierto.

2.3. Procedimiento de recogida de datos

La recogida de datos se realizó una vez finalizada la docencia. Una vez fue diseñado el cuestionario de satisfacción, se contactó al alumnado a través del correo electrónico personal y se facilitó el mismo haciendo uso de

GForms. Previamente se informó a los estudiantes de que las respuestas eran confidenciales conforme la Ley Orgánica de Protección de Datos 3/2018. Para el análisis de resultados se han usado estadísticos descriptivos básicos y análisis cualitativo para las preguntas abiertas. A modo de recordatorio, se envió un segundo correo electrónico al estudiantado que no contesto en un primer intento.

3. RESULTADOS

3.1. Resultados de satisfacción del alumnado

Considerando los resultados del cuestionario, de forma general, la experiencia ha sido positiva para los participantes, con una valoración media de 9. Haciendo referencia al bloque de preguntas sobre aspectos de información general, son valorados de forma positiva. Concretamente, a partir de una escala tipo Likert (donde 1 es bajo y 5 es nivel alto de satisfacción), las medias de los diferentes ítems se encuentran en valores superiores a 4.5, donde la puntuación más alta se recoge en el ítem que valora la adecuación de contenidos a las necesidades personales (media 4.7) seguido de la claridad y estructura de los contenidos (media 4.6). Como peor valorado se encuentra el ítem que valora la duración de las sesiones (media 4.3).

En cuanto a la valoración de la metodología de aula invertida en el proceso de enseñanza, los resultados son positivos en los ámbitos evaluados: participación, motivación, satisfacción, aprovechamiento de clase y adquisición de competencias. Los valores medios de los diferentes ítems están comprendidos entre los valores 4.5 y 5 (escala tipo Likert 1-5).

En cuanto al aprovechamiento de la clase, hay consenso en indicar que es útil para fomentar un aprendizaje de calidad, reflexionar sobre cuestiones a aplicar en las actividades y disponer de tiempo para formular preguntas. Estos elementos se puntúan con 4.6 de media. Sin embargo, se puntúa con 4.1 la posibilidad de reflexionar y organizar ideas para el trabajo en grupo.

En relación a la participación, se valora positivamente y considera que favorece el trabajo real en grupo, la posibilidad de participar en debates y la interacción con el profesorado, todos valorados con 4.7 de media.

Según los resultados obtenidos, el docente puede revisar los progresos y orientar al alumnado (media 4.6), la motivación del alumnado es positiva (4.7), el interés generado en el proceso de enseñanza-aprendizaje (media 4.6) y la contribución de la metodología en la adquisición de competencias para su puesta en práctica (media 4.5). Por último, en cuanto a la satisfacción los valores se encuentran en la misma línea que los anteriores y los participantes están de acuerdo en que el aprendizaje ha sido de calidad (media 4.5).

En cuanto a las herramientas utilizadas (GDrive, GMeet) se valoran de forma positiva (escala Likert 1-5), donde destaca en el caso de GDrive que la herramienta favorece la retroalimentación del profesorado, y facilita la compartición y acceso a la información.

En cuanto a la herramienta Wooclap, en líneas generales, el alumnado considera fácil e intuitivo su manejo en el aula (media 4.5), y valora positivamente la ayuda del profesorado para su utilización (media 4.4).

Entre las fortalezas de Wooclap (tabla 1), las medias de los diferentes ítems se encuentran en valores superiores a 4.5, donde la puntuación más alta la

recoge el ítem que valora “la amenidad de la sesión” (media 4.8), seguida de “la aplicación en clases presenciales” (media 4.7). Estos valores similares en todos los ítems, se asocia de forma positiva al interés de utilizar la herramienta en entornos físicos convencionales.

Tabla 1

Wooclap. Fortalezas. Escala tipo Likert (1 es bajo y 5 es nivel alto de satisfacción)

Item	Valor
Aplicación en las clases presenciales	4.7
Recuerdo mejor lo aprendido en clase	4.5
Estoy más atento/a	4.5
Entiendo mejor las explicaciones	4.6
Las sesiones son más entretenidas	4.8
Facilita mi participación	4.5

Entre las debilidades de Wooclap que resalta el estudiantado, destaca “la imposibilidad temporal de conectarse a la página” (media 2.1) o “no poder enviar temporalmente las respuestas” (media 1.4). Aunque sería deseable un funcionamiento correcto las 24 horas del día, los 7 días de la semana, al utilizar TIC siempre estamos expuestos a este tipo de incidencias.

En relación a las preguntas abiertas, destaca positivamente la labor docente (“profesionalidad del docente”, “implicación y dedicación” o el clima del aula (“ambiente distendido” o “profesorado cercano y fluido”). En cuanto a las cuestiones a mejorar, aunque no hay respuestas de todos los participantes, se puede mencionar “Algunos documentos son largos y complejos”.

3.2. IMPRESIONES DEL PROFESORADO

El análisis del diario como herramienta fundamental de la práctica reflexiva del profesorado, junto con la observación, muestra resultados similares a los descritos. El cuestionario de satisfacción se desarrolló a partir del diario y la observación. Tras los primeros obstáculos y acordar la metodología y criterios de evaluación, la implicación del alumnado fue excelente. Gracias a esta implicación y a la motivación del alumnado, se lograron sesiones productivas. Según los resultados de la evaluación, los objetivos establecidos se cumplieron ampliamente. En cuanto a los aspectos a mejorar, y en relación a los textos utilizados, se tendrán en cuenta los comentarios sobre su dificultad y se priorizarán documentos más accesibles y relevantes.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos, se puede tener una visión global basada en el nivel de satisfacción del alumnado utilizando la metodología de aula invertida o flipped classroom y el uso de herramientas de participación basadas en inteligencia artificial como Wooclap, durante una acción formativa online síncrona.

En términos generales, se puede afirmar que el alumnado ha valorado positivamente la experiencia y que tanto la metodología, como las herramientas utilizadas han contribuido positivamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los participantes afirman que han desarrollado un aprendizaje de calidad, considerando los recursos y metodología utilizados. De igual forma, el profesorado destaca la implicación y motivación del

alumnado en el proceso y la consecución de los objetivos planteados. Dichos resultados van en consonancia con la afirmación de González y Pizarro (2022), que afirman que el uso de la metodología del aula invertida, combinada con recursos tecnológicos adecuados, ha demostrado ser eficaz en la transformación del aprendizaje, favoreciendo la construcción de conocimiento significativo entre los estudiantes.

Los aspectos destacados del cuestionario, en relación a la metodología resaltan la facilidad de acceso a los materiales, mejora del aprendizaje y los relativos a la participación en las sesiones. Así mismo, y en relación a las herramientas utilizadas, se valoran positivamente por la mayoría de los participantes. En cuanto a la utilización de Wooclap, los participantes afirman estar más atentos en las sesiones, incrementar su participación, sesiones más entretenidas y que debe fomentarse y utilizarse en las sesiones presenciales. Los valores alcanzados en las fortalezas son muy superiores a las debilidades detectadas, quedando éstas últimas relegadas a cuestiones técnicas. En esta línea, como afirma Campos-Gutiérrez et al. (2021), la gamificación en el aula ha mostrado ser una estrategia efectiva para incrementar la motivación y el rendimiento académico, proporcionando un entorno de aprendizaje dinámico y atractivo.

Por último, hay que destacar la importancia del rol docente como persona que pone en práctica la metodología, como evidencian los comentarios del estudiantado que mencionan de forma positiva la labor docente y su importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En esta línea, Fernández-Martín (2020) defiende que la formación del profesorado para llevar a cabo este tipo de técnicas es clave para ejecutar estas metodologías.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abeyssekera, L., & Dawson, P. (2015). Motivation and the flipped classroom: A systematic literature review. In D. R. Garrison & H. Kanuka (Eds.), *Proceedings of the 14th Annual Conference on e-Learning* (pp. 1-8). Academic Conferences International Limited.
- Alastor, E., y Martínez-García, I. (2020). Evolución de las herramientas innovadoras en el aula a lo largo del siglo XXI. Revisión bibliográfica. En F. J. Hinojo Lucena, J. M. Trujillo Torres, J. M. Sola Reche y S. Alonso García (Eds.), *Innovación Docente e Investigación Educativa en la Sociedad del Conocimiento* (pp. 717-732). Dykinson.
- Alastor, E., y Martínez-García, I. (2022). Transformar la educación para transformar el mundo: los objetivos de desarrollo sostenible en la formación inicial del profesorado de Secundaria. En J.M. Romero-Rodríguez, J.C. de la Cruz Campos, J. A. Martínez-Domingo y B. Berral-Ortiz (Coords.), *Investigación Educativa sobre recursos tecnológicos y métodos activos* (pp. 111-119). Octaedro
- Alonso, D. L., Valencia, M. D. C., Vargas, J. A., & Bolívar, N. (2015). Estrategias para el desarrollo de competencias en el aula, con enfoque socioformativo. *Boletín Redipe*, 4(9), 77-85.
- Alvarez, C., & Guifré, J. (2023). Flipped classroom and technology-enhanced learning: Impacts on student engagement and achievement. *Journal of Educational Technology & Society*, 26(1), 55-67.
- Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2021). The flipped classroom: A survey of the literature. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.18260/1-2--36725>
- Bocanegra, J., & Valdés, L. (2021). Innovative participatory tools in virtual classrooms: The case of Woodlap. *Journal of Educational Technologies*, 29(1), 50-65. <https://doi.org/10.1234/jedtech.2021.001>
- Campos-Gutiérrez, L. M., Sellés-Pérez, S., & Saorín, J. L. (2021). *Aula invertida en educación física: aprendizaje, motivación y tiempo de práctica motriz*. Universidad de Murcia. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Alberto-Ferriz-Valero/publication/336554190_A_Flipped_Learning_in_Physical_Education_Learning_Motivation_And_Motor_Practice_Time/links/5da5a37c92851c6b4bd7a511/A-Flipped-Learning-in-Physical-Education-Learning-Motivation-And-Motor-Practice-Time.pdf

- Castañeda, L., & Selwyn, N. (2021). Digital technology and the challenges of education: Rethinking the role of technology in education. *Education and Information Technologies*, 26(2), 1433-1449. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10493-3>
- Catala Estada, B., Muñoz-Higueras, D. y Sanjuán Belda, J. (2024). Student Response Systems in higher education: A comparative analysis using Wooclap platform in economic courses. *Journal of Management and Business Education*, 7(2), 244–260. <https://doi.org/10.35564/jmbe.2024.0014>
- Contreras, R.S. y Eguia, J.L. (2016). *Gamificación en las aulas universitarias*. Bellaterra. <https://core.ac.uk/download/pdf/78545392.pdf>
- Dahri, N. A., Vighio, M. S., & Dahri, M. H. (2019, March). A survey on technology supported collaborative learning tools and techniques in teacher education. In *2019 International Conference on Information Science and Communication Technology (ICISCT)* (pp. 1-9). IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8777421>
- Dean, A., & Lima, A. (2017). Student experience of e-learning tools in he: An integrated learning framework. *European Journal of Social Science Education and Research*, 4(6), 39-51. <https://bit.ly/3yp3ctE>
- Elejalde, J. (2022). *The Benefits of Substitution, Augmentation, and Modification of the Way to go! 6th grade Book Activities to ICTs Tools in the 6th Graders of the I. E. Pedro Antonio Molina School*. [Maestría en Enseñanza del Inglés como Lengua Extranjera]. Universidad ICESI. <https://r.issu.edu.do/?l=13512Y6t>
- Fernández-Martín, E. (2020) Análisis de estrategias metodológicas docentes innovadoras apoyadas en el uso de TIC para fomentar el Aprendizaje Cooperativo del alumnado universitario del Grado de Pedagogía. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 95(34.2), 79-99.
- García-Casaus, F., Cara-Muñoz, J. F., & del Sol, A. (2021). *La gamificación en el aula como herramienta motivadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje*. Logía, educación física. Disponible en <https://logiaefd.com/wp-content/uploads/2021/02/5.pdf>
- García-Pérez, A., Ramírez-Arrabal, V., & Rojas-Cepero, I. (2024). El alumnado de educación primaria promotor de salud a través de la investigación en el área de educación física. *Revista Retos*, Disponible en

<https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/download/101545/77122/410809>

González, T., & Pizarro, J. (2022). Flipped classroom: A way to enhance meaningful learning in diverse educational settings. *International Journal of Educational Research*, 112, 101883. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2022.101883>

Hernando, A. (2015). *Viaje a la escuela del siglo XXI. Así trabajan los colegios más innovadores del mundo*. Fundación Telefónica.

López, M., & Sánchez, A. (2023). Real-time feedback and engagement in online classes: Exploring Wooclap as a modern educational tool. *International Journal of Educational Research*, 115, 102-115. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2023.101567>

Marín, V., y Cabero, J. (2019). Las redes sociales en educación: desde la innovación a la investigación educativa. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(2), 25-33.

Martínez, R., & Pérez, C. (2022). Engaging students in virtual learning: The role of interactive tools like Wooclap. *E-Learning and Digital Media*, 19(3), 219-234. <https://doi.org/10.1177/20427530211001345>

Mogollón de González, A. C., y Saavedra, E. M. (2020). Tecnologías de la información y la comunicación dirigidas a la transformación del aprendizaje en la educación universitaria durante la pandemia COVID-19. *Revista Ciencias de la Educación*, 30(Especial). <https://bit.ly/3jKV3LU>

Petersson, J., Hatakka, M., & Chatzipetrou, P. (2020). Students Perception on Group Workshops: A Comparison Between Campus-Based and Online Workshops. *19th European Conference on e-Learning*, October, 29-30, Berlin, Germany, 397-399. Academic Conferences International Limited.

Sindi-Alivi, J. (2019). A review of TPACK and SAMR models: How should language teachers adopt technology? *Journal of English for Academic and Specific Purposes*, 2(2), 1-11. <https://doi.org/10.18860/jeasp.v2i2.7944>

Universia (2018). *Lo último en herramientas interactivas de aprendizaje*. <https://bit.ly/3ytb8Ki>

Vilca Valenzuela, L. R. (2024). *Las Tic en la enseñanza y el aprendizaje del idioma inglés en los estudiantes de la IEP*. Nro. 71006, Yunguyo 2023. Universidad José Carlos Mariátegui. Disponible en

http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/2583/Lady_tesis_titulo_2024.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANÁLISIS Y EFECTOS DE LA REALIDAD AUMENTADA EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO

Lourdes Villalustre Martínez

villalustrelourdes@uniovi.es

Universidad de Oviedo (España)

RESUMEN

En el presente estudio se analiza el impacto formativo que ha supuesto en los futuros maestros/as el diseño de propuestas formativas con realidad aumentada aplicando diferentes metodologías como el aprendizaje basado en juegos, la gamificación o el aprendizaje basado en problemas. Para ello, se elaboró un instrumento basado en el modelo de Kirkpatrick, constituido por cuatro dimensiones de análisis que determinan el impacto formativo: reacción, aprendizaje, conducta y resultados. En el estudio participaron 119 estudiantes universitarios. Los resultados obtenidos revelan que el nivel autopercebido en el manejo de las tecnologías, la reacción ante la formación recibida y la aplicabilidad de lo aprendido al contexto profesional condicionan la percepción sobre el nivel de aprendizajes adquiridos. En conclusión, en el estudio se evidencian algunos factores a tener en cuenta a la hora de diseñar acciones formativas encaminadas a introducir didácticamente las nuevas tecnologías para mejorar la percepción sobre el aprendizaje por parte de los estudiantes.

1. INTRODUCCIÓN

Existen una serie de pedagogías emergentes que surgen asociadas a diferentes tecnologías que intentan aprovechar su potencial formativo. Dichas pedagogías se entrelazan con el desarrollo de prácticas innovadoras al amparo de las posibilidades que ofrecen las tecnologías. En este sentido, Adell y Castañeda (2012) definen las pedagogías emergentes como el conjunto de enfoques e ideas pedagógicas que surgen alrededor del uso de

nuevas tecnologías en los entornos formativos. Así, según Veletsianos (2011) la irrupción de las tecnologías emergentes en educación propicia su utilización en los procesos de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva disruptiva, bien sea mediante la utilización de visiones inéditas (tales como el aprendizaje 2.0, e-aprendizaje, ...) o la reformulación de corrientes pedagógicas ya existentes, como las comunidades de aprendizaje, el constructivismo, etc.

Las tecnologías y el uso didáctico que se den de ellas pueden impulsar el aprendizaje. Existen numerosas tecnologías que de manera incipiente se integran en las aulas de los diferentes niveles educativos. En este sentido, la utilización de la realidad aumentada enriquece la práctica educativa desde la visualización directa o indirecta de elementos del mundo real combinados con elementos virtuales generados por un ordenador.

La realidad aumentada proporciona a los estudiantes una capa adicional y multimedia de experiencias interactivas que añaden un flujo simultáneo de información que pueden generar en actividades formativas enriquecedoras (Soltani & Morice, 2020), siendo un recurso enormemente poderoso para potenciar la adquisición y consolidación de aprendizajes. Así, el profesorado ante este nuevo ecosistema requiere de nuevas estrategias que integren y aprovechen las oportunidades que brindan estas tecnologías emergentes (Sirakaya & Alsancank, 2020).

De igual modo, esta tecnología ofrece numerosas oportunidades para promover experiencias innovadoras al combinar en un mismo espacio contenidos físicos y virtuales, ofreciendo una mayor información del entorno que nos rodea. Con ella, se amplía el conocimiento y la percepción

del mundo físico con imágenes tridimensionales, sonidos, animaciones, etc. para aumentar la realidad con contenidos interactivos y digitales (Sahin & Yilmaz, 2020). La portabilidad que esta tecnología tiene asociada a través del uso de los dispositivos móviles tiene implicaciones en los procesos formativos al posibilitar que el aprendizaje tenga lugar en cualquier momento y lugar (Sural, 2018), conformando una nueva ecología de la enseñanza ligada no sólo a las potencialidades de las tecnologías digitales sino también a los factores motivacionales que generan (Kumar et al., 2022).

No obstante, para que el profesorado afronte la incorporación de estas tecnologías emergentes es necesario que éste disponga de las habilidades y competencias necesarias para su inclusión en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Algunas investigaciones señalan que dicha formación debería ir encaminada a propiciar la adquisición de competencias disciplinarias, pedagógicas y tecnológicas en igual medida (Cejas & Navío, 2018). Mientras que Martínez et al. (2021) resaltan el carácter innovador de las tecnologías emergentes, en especial de la realidad aumentada, concluyendo que propician que los estudiantes pasen a ser prosumidores y no consumidores de sus propios objetos digitales, potenciando la capacitación tecnológica y pedagógica de los futuros maestros/as. Así, la formación del profesorado se orientaría a abordar las posibilidades que ofrecen estas tecnologías, donde el acceso a la información es posible en cualquier momento y lugar. Para Buchner (2022) su potencial radica en la flexibilidad que ofrece para acceder a los recursos formativos sin limitaciones de tiempo y espacio, creando un entorno enriquecido gracias a la realidad aumentada. Por su

parte, Mirza et al. (2022) consideran que estas tecnologías poseen un gran potencial para optimar los procesos formativos.

Evidentemente, la realidad aumentada genera una serie de oportunidades, no sólo para los estudiantes al posibilitar un rol más activo, sino también para los docentes conformando una nueva ecología de la enseñanza ligada no sólo a las potencialidades de las tecnologías digitales sino también a los factores motivacionales que generan, tal y como apuntan Fidan y Tuncel (2019). Sin embargo, es necesario evaluar los resultados formativos generados a partir de la integración en la educación de estas tecnologías emergentes. En este sentido, existen numerosos modelos que pretenden evaluar la eficacia de las acciones formativas. Así, el modelo sistemático de Vann Slyke et al. (1998) considera que existen tres factores predictores del éxito de las acciones formativas asociadas a las características institucionales de la organización, las características de los destinatarios y, las características del curso. Por su parte, McArdle (1999) establece cinco elementos clave a tener en cuenta en la evaluación de la formación: la docencia, los materiales del curso, el curriculum, los módulos formativos y, la transferencia del aprendizaje.

El modelo de Kirkpatrick (1994) es el más extendido y utilizado para la evaluación del impacto de una determinada acción formativa, a través de cuatro dimensiones: 1) reacción, recoge información relativa a la satisfacción de los estudiantes con relación a la formación recibida, con el fin de valorar lo positivo y negativo con un propósito de mejora; 2) aprendizaje, pretende valorar los conocimientos adquiridos por los estudiantes a lo largo de la acción formativa, mediante la obtención de una

retroalimentación por parte de los participantes en el curso; 3) conducta, intentar detectar si los estudiantes podrían aplicar lo aprendido a su contexto laboral; 4) resultados, su objetivo es valorar el beneficio que ha producido la acción formativa, bien sea en términos de productividad o de calificaciones obtenidas.

La principal dificultad que entraña la utilización de los modelos expuestos radica en la falta de concreción de indicadores o estándares de evaluación que posibilite la obtención de evidencias en cada una de las dimensiones que cada modelo enuncia. Si bien, en el presente trabajo se identifican una serie de indicadores que pretende servir como instrumento para valorar el impacto formativo de las acciones desarrolladas con realidad aumentada en la formación de los futuros maestros y maestras.

2. MÉTODO

2.1. Objetivos

El presente estudio pretende analizar la relación entre el nivel percibido en cuanto al manejo de las TIC y las dimensiones (reacción, aprendizaje, conducta y resultados) que determinan el impacto formativo según el modelo de Kirkpatrick (1994), con el fin de establecer si existe una relación significativa entre el nivel autopercebido en el manejo de las tecnologías y el impacto formativo derivado de las acciones llevadas a cabo con realidad aumentada a juicio de los propios estudiantes. Además, se examina la existencia de diferencias significativas en función de la variable género en el nivel autopercebido de manejo de las TIC y en las dimensiones estudiadas, con el fin de establecer si el género, varía la percepción de los estudiantes en cuanto a sus conocimientos previos en el uso de las tecnologías y el

impacto formativo percibido. Y por último, se estudia la existencia de posibles interrelaciones entre las diferentes dimensiones que determinan el impacto formativo, y en concreto entre: la reacción positiva o negativa de los estudiantes ante la formación recibida (reacción), la percepción de los mismos en cuanto al posible incremento de los conocimientos adquiridos sobre la realidad aumentada (aprendizaje), y el alcance de lo aprendido a un contexto concreto, es decir, su aplicabilidad a las aulas de educación infantil (conducta) y los resultados académicos obtenidos (resultados). Con ello, se pretende comprobar la existencia de dimensiones predictoras que condicionen la percepción de los estudiantes en cuanto al impacto formativo de las acciones llevadas a cabo con realidad aumentada.

2.2. Participantes

En el estudio participaron un total de 119 estudiantes universitarios (99 mujeres, que supone el 83,2% de la muestra y 20 hombres, siendo el 16,8%), cuya segmentación demográfica se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1

Distribución de la muestra de estudio en función de la edad y de la percepción del nivel de manejo de las tecnologías

Edad	Fr.	%
Entre 17 y 22	106	89,1
Entre 23 y 27	10	8,4
Entre 28 y 32	1	0,8
Más de 33	2	1,7

Edad	Fr.	%
Nivel percibido de manejo de las tecnologías		
Principiante	13	10,9
Básico	47	39,5
Medio	55	46,2
Avanzado	4	3,4

En la tabla 1 podemos apreciar como gran parte de la muestra se encuentra en la franja de edad de entre 17 y 22 años (89,1%), siendo una población de estudio eminente joven. De igual modo, el 46,2 % de los universitarios que formaron parte del estudio declaran que perciben poseer un nivel medio en el manejo de las tecnologías, mientras que el 39, 5% considera que su nivel de manejo es básico.

2.3. Instrumento

Tomando como referencia el modelo de evaluación del impacto formativo propuesto por Kirkpatrick (1994), constituido por cuatro dimensiones de análisis: reacción, aprendizaje, conducta y resultados, se elabora un instrumento de evaluación del impacto formativo de las acciones desarrolladas con realidad aumentada en la formación de los futuros maestros/as. En concreto, se enunciaron 22 indicadores con cuatro opciones de respuesta (totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, de acuerdo y totalmente de acuerdo) y agrupados en cuatro dimensiones (reacción, aprendizaje, conducta y resultados). De igual modo, se

incorporaron tres ítems para la identificación de la muestra: 1) edad; 2) sexo; y 3) percepción del nivel de manejo de las tecnologías.

En relación con las propiedades psicométricas del cuestionario, la correlación ítem-total corregida (r_{i-t}) fue positiva en todos los ítems con valores entre .387 y .734, lo que indica que todos contribuían a medir el constructo general que mide el instrumento y en la misma dirección. Además, el análisis factorial reveló correlaciones por encima de .30, lo que refleja una discriminación satisfactoria de los indicadores utilizados. El Alpha de Cronbach fue alta (.861). La medida de Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo se situó en .821 y la prueba de esfericidad de Barlett fue significativa ($p < .001$) con un valor de chi-cuadrado de 500.484, con 45 grados de libertad.

2.4. Procedimiento

La metodología empleada fue de corte cuantitativo y alcance exploratorio, consistió en la aplicación de un cuestionario que se cubría de forma digital, accediendo al mismo a través del enlace enviado a los estudiantes a sus correos corporativos de la Universidad. La elección de dicha muestra siguió un paradigma no probabilístico, siguiendo criterios de conveniencia y accesibilidad (Etikan et al., 2016). El cuestionario no contenía ningún dato que permitiera identificar a los participantes para garantizar el anonimato, y antes de rellenarlo, todos ellos indicaron su consentimiento para participar en el estudio.

El cuestionario tenía como objetivo identificar las percepciones de los estudiantes en cuanto al impacto formativo de las acciones desarrolladas con realidad aumentada. Éstas se focalizaron en promover en los discentes la capacidad para diseñar recursos de realidad aumentada y planificar su integración didáctica en las aulas de educación infantil, sin necesidad de poseer conocimientos previos sobre la materia. Para ello, los futuros maestros y maestras debían promover entre los más pequeños el desarrollo de tres áreas: la ciencia aumentada, las matemáticas y la lengua aumentadas. Así, debían gestar y organizar propuestas formativas con realidad aumentada, teniendo en cuenta los diferentes niveles establecidos por Cawood y Fiala (2008). Los estudiantes universitarios crearon un total de 38 propuestas formativas con realidad aumentada para su integración en las aulas de educación infantil centradas en la creación de recursos de realidad aumentada, y en concreto, se diseñaron códigos QR y marcadores a partir de imágenes para abordar contenidos como el ciclo de la oruga, el cuidado de los dientes, la identificación de las partes del cuerpo humano, las formas geométricas, las series numéricas, las nociones espaciales, el acercamiento a cuentos digitales, etc.

2.5. Técnicas de análisis de datos

Los datos fueron recopilados de forma digital, ordenados, y analizados a través del software SPSS v.27. Teniendo en cuenta los objetivos planteados, se llevaron a cabo un análisis de varianza (ANOVA) para conocer la relación entre el nivel autopercebido de los participantes en cuanto a manejo de las TIC y los resultados obtenidos en las diferentes dimensiones, así como la prueba de correlación de Pearson.

Por otro lado, para comprobar si en el nivel autopercebido en el manejo de las TIC y en las dimensiones estudiadas la diferencia de medias en función del género es estadísticamente significativa, y si el tamaño del efecto es aceptable, se han aplicado los estadísticos t de Student y d de Cohen (Cohen, 1988).

Asimismo, se han llevado a cabo análisis de regresiones lineales simples y múltiples para comprobar la existencia de dimensiones predictoras. Y, con el fin de determinar si existía correlaciones estadísticamente significativas entre las dimensiones se ha aplicado la prueba de correlación de Pearson.

3. RESULTADOS

En función de los objetivos planteados se analizó la relación entre el nivel percibido en cuanto al manejo de las TIC y las dimensiones que determinan el impacto formativo. De este modo, se pudo comprobar, a través de la prueba de Pearson (Tabla 2), la existencia de una correlación estadísticamente significativa en un 99% ($p < 0.1$) entre el nivel percibido en cuanto a manejo de las TIC y la dimensión “Aprendizaje” (.283).

Tabla 2

Correlación entre el nivel percibido de manejo de TIC y las dimensiones

	Nivel percibido en TIC	Reacción	Aprendizaje	Conducta	Resultados
Nivel percibido en TIC	1	.087	.283**	-.092	.073
		.348	.002	.322	.431

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

De igual modo, se ha realizado un análisis de varianza (ANOVA) para conocer la relación entre el nivel autopercebido en cuanto al manejo de las TIC y las puntuaciones obtenidas por los participantes en las dimensiones estudiadas. Así, se encuentran diferencias estadísticamente significativas en la dimensión “Aprendizaje” entre los que se autoperciben avanzados y los que se autoperciben principiantes puntuando más alto los primeros ($F(3, 115) = 4.424$; $p < 0.05$; $d = 2.32$; $DM = .60165$). Por tanto, aquellos estudiantes que perciben poseer un mayor nivel en cuanto al manejo de las tecnologías consideran haber incrementado en mayor medida sus conocimientos sobre el diseño y utilización de la realidad aumentada con una finalidad educativa.

Por otro lado, y siguiendo los objetivos marcados en el estudio, se llevó a cabo un análisis para determinar la existencia de diferencias en función de la variable género en las diferentes dimensiones que conforman el impacto formativo. No existiendo diferencias estadísticamente significativas a este respecto. No obstante, se procedió a comparar las diferencias o dependencia de la variable género, en cuanto al nivel autopercebido de manejo de las TIC, aplicando el estadístico t de Student, para conocer si las diferencias de medias son estadísticamente significativas, y la d de Cohen para conocer el tamaño del efecto. La prueba de Levene indica que no son grupos homogéneos ($p < 0.05$). En lo que respecta al nivel autopercebido en cuanto al manejo de las TIC, existen diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres ($t = -2.752$, $gl = 34.835$), puntuando más alto los hombres (2.75) que las mujeres (2.35), con una diferencia de medias de .396 y presentando un tamaño del efecto medio ($d = 0.56$).

Por último, se analizó la existencia de posibles interrelaciones entre las diferentes dimensiones que determinan el impacto formativo. Para ello, se utilizó la prueba de Pearson. Observando una correlación estadísticamente significativa al 99% ($p < 0.1$) entre las dimensiones “Aprendizaje” y “Reacción” (.644), “Aprendizaje” y “Conducta” (.489) y “Reacción” y “Conducta” (.510) (Tabla 3).

Tabla 3

Correlación entre las dimensiones

	Resultados	Reacción	Aprendizaje	Conducta
Reacción		1	.644**	.510**
			.000	.000
Aprendizaje			1	.489**
				.000
Conducta				1
	1	-.073	-.069	-.141
Resultados		.430	.459	-.127

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Por tanto, los resultados obtenidos indican que la satisfacción de los estudiantes con la formación recibida (reacción) y su aplicabilidad a su contexto profesional (conducta) correlacionan significativamente con la percepción de los mismos en cuanto al incremento de los conocimientos adquiridos sobre realidad aumentada (aprendizaje). De igual modo, existe una interrelación entre la reacción positiva ante la formación recibida (reacción) y el alcance de los aprendido a un contexto concreto, es decir, las aulas de educación infantil (conducta).

En función de ello, se ha efectuado una regresión múltiple por pasos sucesivos, introduciendo las diferentes variables de estudio (Tabla 4).

Tabla 4

Resumen del modelo de regresión por pasos

Modelo	R	R2	R2 ajustado	Error estándar
1	.644a	.415	.410	.24724
2	.670b	.449	.440	.24081

. Predictores: (Constante), Reacción

b. Predictores: (Constante), Reacción, Conducta

Los resultados revelan que las dimensiones “Reacción” y “Conducta” actúan como predictoras, puesto que las dos dimensiones predicen la dimensión “Aprendizaje” con un valor de R2 de .449 (Tablas 4 y 5).

Tabla 5

Regresión lineal tomando las dimensiones “Reacción” y “Conducta” como variables predictoras de la dimensión “Aprendizaje”

Modelo		β	t	p
1	Reacción	.644	9,102	.000
2	Reacción	.533	6,656	.000
	Conducta	.217	2,708	.008

a. Variable dependiente: Aprendizaje. Leyenda: β = beta; t = valor empírico de la t de Student; p = Probabilidad estadística asumiendo que H0 es verdadera.

Por tanto, según los resultados obtenidos se puede predecir que cuanto mayor sea la satisfacción de los estudiantes y la aplicabilidad de lo abordado a su contexto profesional, mayor será su percepción de que han

adquirido conocimientos específicos a partir de las acciones formativas llevadas a cabo.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las pedagogías emergentes promueven el aprendizaje mediante el uso de recursos digitales, estableciendo un nexo entre la didáctica y la tecnología. Así, la pedagogía se convierte en un fenómeno dinámico que requiere una continua renovación de las competencias profesionales de los docentes en contextos pedagógicos cambiantes. Por ello, en el presente estudio se analiza el impacto formativo que ha supuesto en los futuros maestros y maestras el diseño de propuestas formativas con realidad aumentada aplicando diferentes metodologías como el aprendizaje basado en juegos, la gamificación o el aprendizaje basado en problemas.

De este modo, se ha podido constatar que la percepción de los estudiantes en cuanto al impacto formativo que ha supuesto para ellos el desarrollo de las acciones educativas se ve influenciado por diferentes factores. Así, aquellos discentes que perciben poseer un mayor nivel en el manejo de las tecnologías también perciben que su aprendizaje ha sido mayor. Se puede inferir, por tanto, que a pesar de que para desarrollar las actividades propuestas no se requerían conocimientos previos en el ámbito de las tecnologías, aquellos que si los poseían consideran que han adquirido mayores conocimientos. En esta misma línea, el trabajo desarrollado por Encinas et al. (2016) concluye que el nivel de conocimientos previos sobre la materia condiciona la adquisición de nuevos aprendizajes. Al igual que la investigación efectuada por Hooshyar et al. (2021), quienes establecieron que aquellos estudiantes con un alto nivel de conocimientos previos

lograron una mayor mejora en la adquisición de conocimientos sobre el lenguaje de programación. Por tanto, a pesar de que la propuesta educativa no requería poseer conocimientos previos en el uso de las tecnologías, éstos han sido determinantes para condicionar el impacto formativo percibido por los estudiantes.

Asimismo, los resultados revelan que el nivel autopercibido en el manejo de las TIC es mayor en los hombres que en las mujeres. En este sentido, el nivel de conocimientos en tecnologías digitales en función de la variable género ha sido objeto de estudio en distintas investigaciones. En algunas de ellas, se señalan la existencia de diferencias significativas, unas a favor de los hombres (Cabezas et al., 2017) y en otras de las mujeres (Cózar & Roblizo, 2014). En el presente estudio hemos verificado que los hombres se valoran por encima de las mujeres en cuanto a su nivel de manejo en el uso de las tecnologías, lo que puede inducir a considerar la existencia de una brecha digital de género en la población objeto de estudio.

Por otro lado, los análisis efectuados indican la existencia de una relación positiva entre la satisfacción ante la formación recibida y la aplicabilidad de lo aprendido al contexto profesional con una mayor percepción de los estudiantes en el incremento de los conocimientos adquiridos. Estos resultados son consistentes con investigaciones previas (Kauffman, 2015; Sebastianelli, Swift & Tamimi, 2015). Así, de estos resultados se desprende que generar experiencias formativas asociadas al contexto profesional de los destinatarios mejora las percepciones de éstos sobre el aprendizaje adquirido. De igual modo, de las dimensiones incluidos en el modelo final se ha podido constatar que las dimensiones reacción y conducta son

predictores significativos del aprendizaje percibido. Por tanto, cuanto mayor sea la satisfacción de los estudiantes y la aplicabilidad de lo abordado a su contexto profesional, mayor será su percepción de que han adquirido conocimientos específicos a partir de las acciones formativas llevadas a cabo.

De forma global, los resultados obtenidos evidencian algunos factores a tener en cuenta a la hora de diseñar acciones formativas encaminadas a introducir didácticamente nuevas tecnologías, como la realidad aumentada, con la intención de mejorar la percepción sobre el aprendizaje por parte de los participantes. Sin embargo, es preciso señalar que el trabajo no está exento de ciertas limitaciones, relacionadas con la utilización de un grupo de población muy específico y la propuesta de acciones formativas muy concretas. Por ello, las futuras investigaciones se deberán centrar en analizar si el modelo elaborado para valorar el impacto formativo, a partir del propuesto por Kirkpatrick (1994), es extrapolable a otras acciones formativas desarrolladas con otros grupos de población.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adell, J. & Castañeda, L. (2012). Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes?. En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino y A. Vázquez (coord..). *Tendencias emergentes en educación con TIC*. Barcelona: Asociación Espiral. pp. 13-32. ISBN: 978-84-616-0448-7
- Buchner, J. (2022) Generative learning strategies do not diminish primary students' attitudes towards augmented reality. *Education and Information Technologies* 27(1), 701-717.
- Cabezas, M., Casillas, S., Sanches-Ferreira, M., & Teixeira, F. L. (2017). ¿Condicionan el género y la edad el nivel de competencia digital?: un estudio con estudiantes universitarios. *Revista de Comunicación Fonseca*, 15(2), 109-125.

- Cawood S. & Fiala M. (2008). *Augmented Reality: A Practical Guide*. Denver: Pragmatic Bookshelf.
- Cejas, R & Navío, A. (2018). Formación en TIC del profesorado universitario. Factores que influyen en la transferencia a la función docente. *Revista Profesorado*, 22 (3), 271-293.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Erlbaum
- Cózar, R. & Roblizo, M.J. (2014). La competencia digital en la formación de los futuros maestros: percepciones de los alumnos de los Grados de Maestro de la Facultad de Educación de Albacete. *RELATEC, Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 13(2),119-133.
- Encinas, F., Osorio, M., Ansaldo, J., y Peralta, J. (2016). El Cálculo y la importancia de los conocimientos previos en su aprendizaje. *Revista de Sistemas y Gestión Educativa*, 3(7), 32-41.
- Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. (2016). Comparison of convenience sampling and purposive sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5(1), 1–4. <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
- Fidan, M., & Tuncel, M. (2019). Integrating augmented reality into problem based learning: The effects on learning achievement and attitude in physics education. *Computers & Education*, 142, 103635.
- Hooshyar, D., Malva, L., Yang, Y., Pedaste, M., Wang, M., & Lim, H. (2021). An adaptive educational computer game: Effects on students' knowledge and learning attitude in computational thinking. *Computers in Human Behavior*, 114, 106575.
- Kauffman, H. (2015). A review of predictive factors of student success in and satisfaction with online learning. *Research in Learning Technology*, 23, 1-13.
- Kirkpatrick, D. L. (1994). *Evaluating training programs. The four levels*. San Francisco: Berret-Koehler Publishers.
- Kumar, A., Mantri, A., Singh, G., & Kaur, D.P. (2022). Impact of AR-based collaborative learning approach on knowledge gain of engineering students in embedded system course. *Education and Information Technologies* 27(5), 6015-6036.

- Martínez, S., Fernández, B., & Barroso, J. (2021). La realidad aumentada como recurso para la formación en la educación superior. *Campus Virtuales*, 10(1), 9-19.
- McArdle, G.E. (1999). *Training Design and Delivery*. Alexandria, VA: American Society for Training and Development.
- Mirza, T., Tuli, N., Mantri, A. (2022). Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality Applications: Present Scenario. 2022 *2nd International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE)*, pages 1405-1412.
- Sahin, D., & Yilmaz, R. M. (2020). The effect of Augmented Reality Technology on middle school students' achievements and attitudes towards science education. *Computers & Education*, 144, 103710.
- Sebastianelli, R.; Swift, C. y Tamimi, N. (2015). Factors affecting perceived learning, satisfaction, and quality in the online MBA: A Structural Equation Modeling. *Journal of Education for Business*, 90(6), 296-305
- Sırakaya, M., & Alsancak, D. (2020). Augmented reality in STEM education: A systematic review. *Interactive Learning Environments*, 30 (8), 1-14.
- Soltani, P., & Morice, A. H. (2020). Augmented reality tools for sports education and training. *Computers & Education*, 155, 103923.
- Sural, I. (2018). Augmented reality experience: Initial perceptions of higher education students. *International Journal of Instruction*, 11(4), 565-576.
- Veletsianos, G. (2011). Designing opportunities for transformation with emerging technologies. *Educational Technology*, 51(2), 6-12.
- Van Slyke, C. Kittner, M. & Belanger, F. (1998). Identifying Candidates for Distance education: A telecommuting perspective. Proceedings of the *America's Conference on Information Systems*, pp. 666-668. Baltimore.

FORMACIÓN NO REGLADA EN ANIMACIÓN EN 3D PARA ALUMNADO DE SECUNDARIA: UNA PROPUESTA DESDE LA UNIVERSIDAD

Álvarez San Román, Mercedes

mercedes.alvarez@uc3m.es <https://orcid.org/0000-0001-9178-6835>

Universidad Carlos III de Madrid

Huertas Gutiérrez, Roberto

rhuertas@hum.uc3m.es <https://orcid.org/0000-0002-3344-6303>

Universidad Carlos III de Madrid

Cemillán Casis, Luis

lcemilla@hum.uc3m.es <https://orcid.org/0000-0002-9704-6907>

Universidad Carlos III de Madrid

RESUMEN

La imagen generada por ordenador cuenta con una serie de características que la convierten en un objeto ideal para abordar diferentes cuestiones. Por esta razón, se han puesto en marcha una serie de actividades de formación no reglada dirigidas a alumnado de Educación Secundaria. Estas se enmarcan en una estrategia de transferencia de conocimiento desde la Universidad que también tiene como objetivo la alfabetización mediática. La concepción e impartición de diversos talleres de divulgación ha permitido constatar la aceptación entre el estudiantado preuniversitario de este tipo de proyectos. En efecto, se les han propuesto ejercicios de modelado, texturizado e iluminación con Blender, un *software* libre cada vez más utilizado en la industria. Los primeros talleres permitieron calibrar la dificultad de las actividades e hicieron avanzar al equipo docente hacia proyectos de mayor complejidad. Se pudo observar asimismo que se podía superar la brecha de género en relación a cuestiones tecnológicas y que tanto los alumnos como las alumnas aprendían y disfrutaban con la animación en 3D.

1. INTRODUCCIÓN

La universidad es cada vez más consciente de que debe de ser un agente activo en la sociedad. Su servicio a la comunidad se vehicula no solo a través de la docencia y de la investigación, sino también de la transferencia de conocimiento. Esta tercera misión figuraba ya en la Ley de Reforma Universitaria (LRU) de 1983 y en la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, más conocida como Ley de la Ciencia de 1986 (Vilalta 2013, p. 8). La recién aprobada Ley Orgánica del Sistema Universitario (LOSU, 2023) especifica que, entre las funciones de las universidades, se encuentra “la transferencia e intercambio del conocimiento y de la cultura al conjunto de la sociedad a través de la actividad universitaria y la formación permanente o a lo largo de la vida del conjunto de la ciudadanía”.

En este marco se ha concebido y desarrollado un proyecto de formación no reglada para alumnado de Educación Secundaria que tiene entre sus objetivos contribuir a la alfabetización tecnológica, entendida esta en los términos de María del Carmen Ortega Navas como “la adquisición de conocimientos y habilidades cognitivas e instrumentales con relación al manejo de las nuevas tecnologías” (2009, p. 113). Como docentes de Comunicación Audiovisual, les proponemos un acercamiento al 3D a través de la industria del entretenimiento por ser un ámbito con el que tienen cierta familiaridad. Sin embargo, los conocimientos que adquieran les permitirán apreciar la importancia que la imagen sintética desempeña también en otros sectores, como la arquitectura, la medicina o la robótica, así como valorarla como una posible salida profesional.

La imagen digital cuenta con una serie de cualidades que permiten reflexionar sobre aspectos vinculados a nuestra relación con la realidad y con un mundo cada vez más dependiente del código binario. Entre las que identifica Lev Manovich, destacamos las siguientes: su carácter modular (composición por capas) o su variabilidad y automatización (generación de infinitas versiones a las que se pueden aplicar cambios). A estas se suma el hecho de que conste de dos niveles: uno de apariencia de superficie (el que se ve) y uno subyacente (por ejemplo, una función matemática) (Manovich 2005, pp. 362-364). En esta línea, este teórico incide en el rol que desempeña el proceso de generación de estas imágenes sintéticas:

[...] desde el punto de vista conceptual, una imagen por ordenador está situada entre dos polos opuestos, el de una ventana ilusionista abierta a un universo de ficción, y el de una herramienta para el control del ordenador. La tarea del diseño y el arte de los nuevos medios es aprender a combinar estos dos roles que compiten en la imagen. (Manovich 2005, p. 363)

El ordenador es, por tanto, una herramienta pero también una ventana a un mundo generado por la persona que interactúa con la interfaz. Esta dimensión resulta especialmente útil en términos de transmisión de conocimiento puesto que permite abordar cuestiones complejas y cada vez más actuales. El alumnado aborda de esta manera aspectos como la materialidad y el volumen, la ilusión de movimiento, la gestión del espacio o la anatomía humana. De la misma forma, reflexiona sobre un tipo de imagen que, en palabras de Román Gubern, no se basa en una tecnología de la reproducción sino de la producción (1996, p. 147). Es decir, no se está capturando una realidad visible, como por ejemplo sucede con la fotografía, sino que se está generando un universo completamente nuevo. La imagen

digital es, como especifica Andrew Darley, una copia de la que no existe original (2002 [2000], pp. 139-140).

Estos talleres permiten asimismo complementar áreas incluidas en los programas académicos del sistema educativo español. Al alumnado que curse cuarto de la Educación Secundaria Obligatoria (E.S.O.) le permite establecer conexiones con Educación Plástica, Visual y Audiovisual, así como con Dibujo Técnico, Diseño y Tecnología. En primero de Bachillerato se imparten asignaturas como Volumen, Dibujo Artístico I o Cultura Audiovisual, muy relacionadas con los aspectos que se abordan en animación en 3D.

Una vez identificadas las necesidades del estudiantado, se han diseñado una serie de talleres adaptados a su nivel formativo y cognitivo. El programa de estas actividades incluye una introducción teórica sobre los principios y la historia de la imagen generada por ordenador. Le siguen actividades guiadas con el software libre Blender. De esta manera, la primera parte permite al alumnado avanzar en los dos primeros niveles de la taxonomía de Bloom: conocimiento (recordar/memorizar) y comprensión (entender/comprender). Pasan a continuación al tercer nivel, el de la aplicación. En efecto, una vez que se han superado los estadios iniciales el/la estudiante tiene la capacidad de aplicar lo aprendido mediante la práctica. Lorin Anderson y David Krathwohl revisaron la taxonomía de Bloom en 2001 e incorporaron un sexto nivel, el de la creación. El taller está planteado como un punto de partida para fomentar el aprendizaje autónomo: se proponen unas herramientas básicas que les permitirán conocer la lógica del programa. De esta manera, y con el

incentivo de poder desarrollar sus propios proyectos de animación, podrán proseguir con su aprendizaje de manera autónoma para llegar al nivel de la creación.

Otra de las cuestiones que se han tenido en cuenta a la hora de elaborar los talleres es la inclusividad. El equipo docente es consciente de que los ámbitos más dependientes de la tecnología pueden generar cierto rechazo en el alumnado femenino. Según expone Judy Wajcman, “la tecnología es una fuente clave del poder masculino y un rasgo definitorio de la masculinidad” (2006, p. 16). Los talleres tenían por tanto entre sus objetivos romper cualquier barrera que pudiera haber en este sentido. Para ello, se pusieron en marcha diferentes estrategias. En primer lugar, se les proporcionaron referentes femeninos durante la introducción histórica. En este marco se presentó, por ejemplo, la obra de la artista estadounidense Mary Ellen Bute. Asimismo, el equipo docente estaba compuesto de manera consciente por hombres y por mujeres, de tal manera que el alumnado no observase ningún sesgo en ese sentido. Por último, los ejercicios propuestos debían apelar de igual manera a los chicos que a las chicas. Por esta razón, se eligieron objetos de series y películas que tuvieran aceptación similar en audiencias femeninas y masculinas.

2. MÉTODO

La metodología empleada por el equipo docente ha consistido en la realización de cuatro talleres formativos, desarrollados entre octubre de 2022 y junio de 2024, en los que se ha trabajado con el software especializado Blender. Se trata de un programa libre y de uso gratuito que permite modelar, iluminar y renderizar figuras y animaciones en 3D.

Además, se utiliza en la industria audiovisual como herramienta de composición digital a través del manejo de nodos, animación de vídeo o escultura digital. La importancia de trabajar con Blender no responde sólo a su fácil acceso y funcionalidades intuitivas, sino al hecho de que se utiliza hoy día para la creación de películas profesionales. Entre estas se encuentra la reciente Next Gen (Ksander y Adams, 2018), distribuida por Netflix y realizada enteramente con Blender.

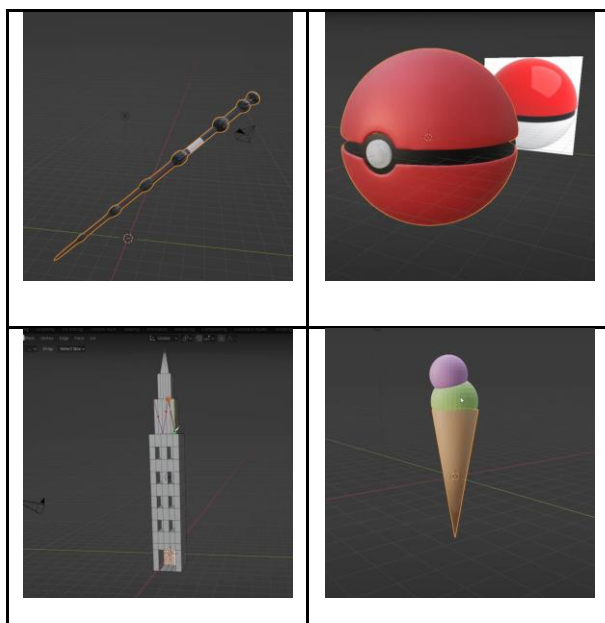
En noviembre de 2022 se organizó un primer taller de dos horas en el contexto de la Semana de la Ciencia y de la Innovación propuesta por la Universidad Carlos III de Madrid al que asistieron 30 estudiantes. Un año después, en noviembre de 2023, también se propuso un taller para la Semana de la Ciencia, con un total de dos horas de duración y en el que se modificó el ejercicio del año anterior, incrementando así su dificultad. En febrero de 2024 el equipo formó parte de las actividades del T3chFest 2024 celebradas en la misma universidad. En el marco de dicho evento, se organizó un taller a un total de 80 estudiantes de Secundaria de una hora y media de duración. Por último, en junio de 2024 se ideó un taller para 18 estudiantes de cuatro horas de duración en el marco de los Laboratorios de la Facultad de Humanidades, Comunicación y Documentación de la Universidad Carlos III de Madrid.

El desarrollo de los talleres se ha llevado a cabo a lo largo de un año y medio, en el que se han modificado los objetivos y se han ido proponiendo ejercicios de una complejidad cada vez mayor. En casi todos ellos se incluyó, al comienzo, una introducción a modo de marco teórico y contextual en el que se esbozaba un recorrido histórico de las tecnologías de la animación 3D, así como al flujo de trabajo empleado en la industria del audiovisual.

Todos los ejercicios propuestos se han adaptado tanto a la edad del estudiantado como a las asignaturas que cursan en sus centros (Educación Plástica, Visual y Audiovisual, Dibujo Técnico, Diseño y Tecnología). De esta manera, se ha optado por elegir referentes para el modelado que apelen a la cultura popular, como pueda ser una varita de Harry Potter o una Pokeball de la serie Pokémon, combinados con otro tipo de figuras, como un helado o un edificio (fig. 1). En todo momento el proceso ha sido guiado por un mínimo de dos docentes. Uno de ellos estaba encargado de dirigir las instrucciones de todo el proceso de modelado mientras que el otro atendía y resolvía las dudas.

Figura 1

Objetos modelados en los talleres



Como puede observarse en la tabla 1, cada ejercicio pone en práctica alguna de las cualidades de la imagen 3D descritas por Manovich. Por ejemplo, los

dos talleres propuestos para la Semana de la Ciencia de 2022 y 2023, consistentes en modelar dos figuras básicas (una varita en el primer caso, y una Pokeball en el segundo) se centran en las cualidades de variabilidad, módulos, volumen y color. No obstante, la realización de la Pokeball permitió añadir una quinta cualidad con la que trabajar, como es la iluminación. Esta conecta con elementos propios de nuestra realidad al pretender simular materiales cuya textura se hará visible a través del reflejo de la luz virtual.

Se ha comprobado, además, que incrementando el número de horas dedicadas a la realización de un ejercicio se pueden seguir implementando nuevas variables, con independencia de que el estudiantado no esté familiarizado con el software de Blender. De esta manera, el taller realizado en junio de 2024, de cuatro horas de duración, permitió explorar variabilidad, módulos, volumen, color e iluminación en el modelado de figuras básicas como un helado o un edificio, pero también se trabajó con los materiales aplicados a la Pokeball.

Después de cada taller se ha realizado una evaluación para replantear cómo poder incorporar más herramientas a través de Blender e incrementar el nivel de dificultad de las actividades. Por ejemplo, se ha observado que para poder llevar a cabo la Pokeball se necesita disponer de un total de dos horas solo para su modelado. Este proceso de reevaluación constante ha permitido al equipo de trabajo valorar el grado de dificultad de los ejercicios propuestos y el tiempo que se requiere para la asimilación de los conceptos y comandos básico.

Tabla 1*Relación de los talleres y contenidos impartidos*

Taller	Fecha	Duración	Título	Introducción teórica	Práctica	Cualidades imagen 3D
Semana de la Ciencia 2022	16 noviembre 2022	2 horas	Tecnologías de la imagen: haz tu propia varita de Harry Potter en 3D.	Historia del 3D	Desplazamientos por el espacio Nociones básicas Varita mágica	Variabilidad Módulos Volumen Color
Semana de la Ciencia 2023	16 noviembre 2023	2 horas	Tecnologías de modelado y animación 3D: haz tu "Pokeball" con Blender		Desplazamientos por el espacio Nociones básicas Helado Pokeball	Variabilidad Módulos Volumen Iluminación Color
T3chFest 2024	11 marzo de 2024	1,5 horas con cada grupo	Tecnologías de modelado y animación 3D: haz tu "Pokeball" con Blender	Flujo de trabajo	Desplazamientos por el espacio Nociones básicas Helado Pokeball	Variabilidad Módulos Volumen Color
Laboratorio de Humanidades, Comunicación y Documentación 2024	27 junio 2024	4 horas	Taller de animación 3D con Blender	Historia del 3D Flujo de trabajo	Desplazamientos por el espacio Nociones básicas Helado Edificio Pokeball	Variabilidad Módulos Volumen Color Materiales Iluminación

3. RESULTADOS

Al finalizar los talleres, se llevó a cabo una encuesta para evaluar la experiencia de aprendizaje en el marco del Laboratorio de Humanidades, Comunicación y Documentación. De los 12 talleres incluidos en este programa, el taller de Blender recibió la segunda mejor puntuación, con un

promedio de 4,5 sobre 5 puntos. También es importante destacar que de las 18 personas matriculadas 17 eran alumnas (un 94,4%).

Las preguntas de la encuesta nos proporcionaron información sobre: demografía de los participantes, motivaciones para inscribirse, experiencia previa con Blender, opiniones sobre el taller, utilidad percibida del taller y experiencia previa en un taller de la Universidad.

3.1 Demografía de los participantes

La muestra del estudio estuvo compuesta por 13 estudiantes de Secundaria de los 18 que participaron en el taller, con una edad promedio de 15 años y un rango entre los 13 y 17 años. La distribución por curso académico fue la siguiente:

- 3º E.S.O.: 6 estudiantes
- 1º Bachillerato: 3 estudiantes
- 4º E.S.O.: 3 estudiantes
- 2º ESO: 1 estudiante

3.2 Motivaciones para inscribirse

Las razones para inscribirse en el taller de Blender variaron entre quienes participaron en él:

- Interés previo en el diseño 3D: "Siempre me ha llamado la atención y no había tenido la oportunidad de aprender antes".
- Curiosidad por probar nuevas áreas: "Quería probar cosas nuevas".
- Interés en el campo del diseño y la animación: "Me parece muy interesante el diseño 3D".
- Experiencia previa con Blender

Un 76,9% de los encuestados no conocía previamente el *software*. El 23,1% que sí lo conocía expresó que “creía que era de pago” y que sabía que “sabía que se usaba para modelado 3D pero no sabía usarlo”.

3.2 Opiniones sobre el taller

A la pregunta “¿Qué ha sido lo más positivo de este taller?” el 46,2% del alumnado manifestó su agradecimiento por haber podido aprender más sobre cómo se hacen las películas de animación y los videojuegos. Un 23,1% resaltó la oportunidad de descubrir una nueva manera para desarrollar su creatividad. El resto de las respuestas valoraron haber aprendido un programa nuevo, haber podido hacer figuras de su interés y, sobre todo, conocer mejor lo que se estudia en el Grado en Comunicación Audiovisual.

Las opiniones sobre el taller reflejaron generalmente satisfacción con el formato y contenido del mismo. A la pregunta “¿Qué mejorarías de este taller?” la mayoría de las personas encuestadas (el 84,6%) manifestó que el taller les había gustado y que habían podido seguir adecuadamente las actividades propuestas”; solo el 15,4% expresó que les hubiese gustado actividades más desafiantes. Algunos comentarios específicos fueron:

- Satisfacción general:
 - “Me gustó mucho porque pude seguir bien las instrucciones”.
 - “Ha sido muy práctico y eso facilita que podamos aprender mucho sobre esta técnica”.
 - “Me gustó mucho la organización del taller y el foco en las actividades prácticas. Que hubiera varios profesores también agilizó el proceso”.

- “Valoro aprender a usar un programa que no conocía y que me interesaba aprender”.
- “Muy divertido y he aprendido mucho”.
- Sugerencias de mejora:
 - “Me gustaría que las actividades fueran más desafiantes para aprender aún más”.
 - “Me hubiese gustado más que fuese un poquito más largo, que hubiese más tiempo”.

Los talleres aumentaron el interés por Humanidades y Comunicación (3,89/5) y les proporcionaron orientación para la elección de estudios (3,33/5). Todas las personas que participaron indicaron que repetirían la experiencia. El 50% del alumnado expresó su intención de estudiar un grado en el área de Humanidades y Comunicación, y el 52% mostró interés en estudiar en la Universidad Carlos III de Madrid.

3.3 Utilidad percibida del taller

A la pregunta “¿Para qué crees que te puede servir haber realizado este taller?”, los/as encuestados/as reflejaron varias ideas, incluyendo:

- Interés académico y profesional: “Para considerar estudiar Comunicación Audiovisual en el futuro” (30,8%)
- Desarrollo de habilidades creativas: “Para hacer algo creativo” y “Para aprender algo nuevo” (30,8%)
- Aprendizaje autónomo: “Para seguir practicando con Blender en casa y mejorar mis habilidades” (23,1%)
- Ocio y diversión: “Para pasar un buen rato” (15,4%)

En cuanto a la participación previa en talleres organizados por la universidad, la mayoría del estudiantado (76,9%) indicó que era la primera vez que participaban en un taller de este tipo.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis detallado de los datos obtenidos a través de las encuestas revela varios aspectos sobre la experiencia de aprendizaje proporcionada por los talleres de animación en 3D con Blender.

En primer lugar, es notable que el 61,5% de los/as participantes no se inscribió específicamente por el taller de Blender. Sin embargo, ha sido uno de los más valorados de todos los ofertados, demostrando el éxito de la propuesta.

El enfoque pedagógico que combinó una introducción teórica con ejercicios prácticos ha resultado altamente efectivo para el estudiantado, permitiéndole avanzar desde los primeros niveles de la taxonomía de Bloom (conocimiento y comprensión) hasta el nivel de aplicación y, finalmente, creación. Además, el hecho de que el taller de Blender haya sido valorado como una de las mejores actividades en el marco de las diferentes iniciativas de la universidad subraya la eficacia de este enfoque. También queremos destacar los resultados respecto a la inclusividad.

La alta satisfacción expresada por los/as participantes después de completar los talleres sugiere que el enfoque práctico y accesible del proyecto no solo captó su interés, sino que también les proporcionó un espacio para desarrollar nuevas habilidades y conocimientos en el ámbito del diseño 3D, más allá de su formación académica reglada. Este éxito no solo se refleja en la valoración positiva del formato y contenido del taller,

sino también en las intenciones declaradas por muchos/as participantes de continuar explorando y aprendiendo por su cuenta. Este resultado se alinea con el objetivo inicial del proyecto de fomentar el aprendizaje autónomo entre el público preuniversitario, proporcionándoles las herramientas y el estímulo necesarios para explorar y desarrollar sus habilidades más allá del aula, una meta alineada con la revisión de la taxonomía de Bloom, que incluye la creación como nivel máximo del aprendizaje. Al dotar al estudiantado de las herramientas básicas de Blender y permitirles explorar su potencial creativo, se ha cumplido con el objetivo de estimular su capacidad de creación autónoma.

Adicionalmente, la alta satisfacción manifestada es muy positiva al contrastarla con la alta participación femenina del curso (94,4%). Si bien muchas de las alumnas no se apuntaron específicamente al curso de Blender sino al módulo general, su valoración refleja que es posible superar las barreras que suelen asociarse con la tecnología y lograr que más mujeres se interesen en áreas como la animación 3D, tradicionalmente dominadas por hombres. Esto refuerza el compromiso del proyecto con la inclusividad y la alfabetización tecnológica accesible para todos.

El impacto potencial del taller se extiende también hacia sus decisiones académicas y profesionales futuras. Tal y como planteamos en la introducción, las habilidades adquiridas a lo largo del taller permiten al alumnado entender la importancia de la imagen sintética en áreas como la arquitectura, la medicina o la robótica. La identificación de intereses en campos como la Comunicación Audiovisual y el diseño 3D sugiere que estos talleres no solo cumplen con el propósito de alfabetización tecnológica, sino que también pueden influir en la elección de carreras y en el desarrollo de

competencias relevantes para el mundo contemporáneo. Finalmente, la mayoría de las personas que participaron eran nuevas en talleres organizados por la universidad, lo que indica un cierto éxito en la atracción de nuevos públicos hacia iniciativas de transferencia de conocimiento. Este resultado subraya la importancia de continuar desarrollando y promoviendo actividades diseñadas para ser accesibles, atractivas y educativamente enriquecedoras.

Los resultados obtenidos no solo validan la efectividad del proyecto en términos de satisfacción y utilidad percibida, sino que también destacan su capacidad para motivar el aprendizaje autónomo y promover intereses académicos y profesionales entre el público preuniversitario. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para la expansión y mejora de programas de alfabetización tecnológica como este, contribuyendo así a la misión de la universidad de servir como agente activo en la sociedad del conocimiento.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, L. y Krathwohl, D. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing*. Longman.
- Darley, A. (2002). *Cultura visual digital: espectáculo y nuevos géneros en los medios de comunicación*. Paidós.
- Gubern, R. (1996). *Del bisonte a la realidad virtual: La escena y el laberinto*. Anagrama.
- Manovich, L. (2005). *El lenguaje de los nuevos medios de comunicación: la imagen en la era digital*. Paidós.
- Ortega Navas, M. C. (2009). Dimensión formativa de la alfabetización tecnológica. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 10(2), 108-126.

Vilalta, J. M. (2013). *La tercera misión universitaria. Innovación y transferencia de conocimiento en las universidades españolas*. Fundación Europea Sociedad y Educación.

Wajcman, J. (2006). *El tecnofeminismo*. Cátedra.

Este trabajo es parte del proyecto I+D+i “Cine y televisión en España en la era digital (2008-2022): nuevos agentes y espacios de intercambio en el panorama audiovisual (PID2022-140102NB-I00)”, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/“FEDER Una manera de hacer Europa”.

ÉTICA Y TECNOLOGÍA: DESAFÍOS DE LA INTRODUCCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN EDUCACIÓN ARTÍSTICA

Torres-Carceller, Andrés

andrestorres@ub.edu <https://orcid.org/0000-0002-8055-7479>
Universidad de Barcelona (España)

Castell Villanueva, Júlia

julia.castell@ub.edu <https://orcid.org/0000-0002-6938-2372>
Universidad de Barcelona (España)

Portela-Fontán, Ana

Portelafontan.ana@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-6347-4647>
Investigadora y educadora independiente (España)

Arias Marquez, Marielena

marielena.arias@ub.edu <https://orcid.org/0009-0000-1752-4984>
Universidad de Barcelona (España)

RESUMEN

La inteligencia artificial generativa puede crear un nuevo paradigma a escala global, ampliando las posibilidades de creación de contenido, pero que también plantea preocupaciones éticas sobre la autoría y los derechos de propiedad intelectual.

El presente estudio se centra en evaluar la percepción y actitud del alumnado sobre el uso consciente, responsable y ético de herramientas de IA generativa

mediante un cuestionario con escalas de Likert, en base a una muestra de alumnado del segundo curso del grado de Maestro de Educación Primaria.

Reflejando que un 79% del alumnado no han reflexionado sobre los posibles sesgos de la IA y un 91% no verifica la veracidad de los datos proporcionados por estas herramientas. Además, un 88% no indican de manera transparente el uso de IA en sus producciones y un 78% no son conscientes de las políticas de privacidad de las herramientas que utilizan. Respecto a la percepción de la IA en la educación, un 47% considera que puede mejorar la calidad de la enseñanza, pero un 88% cree que su formación actual no aborda suficientemente el uso de la IAG.

Los resultados indican una falta de conciencia crítica y ética en el uso de herramientas de IAG. Es crucial integrar temas de ética tecnológica en el currículo educativo para preparar a los futuros docentes de manera responsable.

1. INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial generativa (IAG) está suscitando un debate intenso en múltiples ámbitos. Esta tecnología podría deshumanizar el arte, eliminando la esencia y la impronta personal que caracterizan las obras creadas por seres humanos (Messer, 2024). Además, existe el temor de que la IA generativa pueda llevar al desempleo masivo en sectores creativos, sustituyendo a artistas, escritores y músicos con máquinas que producen contenido de manera más rápida y económica (Kawakami y Venkatagiri, 2024). Asimismo, surgen preocupaciones éticas sobre la autoría y la propiedad intelectual de las obras generadas por IAG, complicando aún más el panorama legal y moral (Taylor, El Ardeliya y Wolfson, 2024).

Sin embargo, a pesar de estos argumentos, es imposible ignorar que el avance de la tecnología es ineludible. Esta situación nos recuerda a los Luditas del siglo XIX, que, temiendo por la pérdida de sus empleos debido a la mecanización, emprendieron una campaña de destrucción de máquinas.

Los Luditas creían que al destruir los telares mecánicos podrían frenar el progreso tecnológico y proteger sus medios de subsistencia. Sin embargo, sus esfuerzos fueron en vano, y la industrialización siguió su curso, transformando (con luces y sombras) la economía y la sociedad de manera irreversible.

Al igual que éstos no pudieron detener la revolución industrial, hoy no podemos frenar el progreso de la IAG generativa. Esta tecnología, con todas sus implicaciones, es un reflejo de nuestro tiempo y representa un desafío que debemos enfrentar y gestionar, no rechazar. La clave está en encontrar un equilibrio que permita aprovechar esta tecnología como una herramienta de progreso.

La Inteligencia Artificial Generativa (IAG) permite aplicaciones prácticas en diversos ámbitos gracias a su capacidad para resolver problemas complejos, realizando actividades que requieren habilidades humanas como identificación, jerarquización de la información, síntesis, aprendizaje, toma de decisiones y creación. Por ello, se le otorga la etiqueta de «generación», entendiendo que la «creación» es exclusivamente humana. El conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas que permiten ejecutar tareas en una computadora está profundamente imbricado en la vida contemporánea, de manera evidente y casi imperceptible, en términos económicos, culturales, creativos y políticos. La frontera entre lo verdadero y lo falso, lo valioso y lo no valioso, lo que creamos y lo apropiado, se ha difuminado (Anantrasirichai & Bull, 2022). La creciente sofisticación del contenido falso ha alcanzado un punto en el que lo ficticio es casi indistinguible de lo real, ampliando las posibilidades creativas en medios

audiovisuales y facilitando también la manipulación de la realidad (Torres-Carceller, 2022).

En esta fase emergente, es prematuro proponer soluciones definitivas; resulta más oportuno plantear preguntas adecuadas que permitan construir un uso de la IA más reflexivo y menos intuitivo, más alineado a nuestros intereses que al de terceros. En el umbral de una nueva era creativa, o mejor dicho generativa, la irrupción de la IA generativa en las artes visuales y la educación artística nos invita a reflexionar sobre su impacto y potencialidad. Mientras somos impelidos irremediabilmente en esta fase inicial, por su gran poder de atracción, como agentes educadores debemos parar para cuestionar cómo la IA puede afectar el pensamiento creativo, determinando si esta puede actuar como sustituto de la imaginación humana o como instrumento catalizador y, si es necesario, remodelar la práctica de la educación artística. Resulta crucial abordar los desafíos éticos y morales de autoría que su uso implica, pero también considerar como puede favorecer la creación de nuevas perspectivas artística, nuevos formatos, su influencia en la en la estética global y otros posibles efectos aun no vislumbrados. Esta coyuntura resulta propicia para plantear cuestiones fundamentales que guíen el desarrollo de una IA generativa, de forma consciente, ética y responsable, maximizando su valor en la amplificación de la creatividad y apreciación artística, mientras se salvaguardan los principios de originalidad y diversidad cultural.

Durante décadas se ha trabajado en la creación de modelos de aprendizaje automático de IA. Con la llegada de las Redes Neuronales Recurrentes (RNN) de procesamiento del lenguaje natural y las Redes Generativas

Antagónicas (GAN) principalmente destinadas para el procesado audiovisual, la generación automatizada alcanzó una calidad de reproducción aceptable (Tang et al., 2020). Sin embargo, los primeros modelos de GAN presentaban ciertas limitaciones producidas por su memoria a corto plazo y el colapso del modo de generación. Pero rápidamente nuevos modelos como el *modelo transformer* y el *modelo de difusión* mejoran la generación de resultados, produciendo imágenes más realistas (Ma et al., 2023). En 2021, OpenAI introdujo DALL-E, un generador de imágenes más refinado que confrontan dos modelos, uno generador y otro discriminador, optimizando los procesos generativos. Esta herramienta permite a cualquier usuario interactuar directamente con la IA para generar imágenes utilizando instrucciones específicas textuales (*prompts*) y continuar refinándolas adicionalmente hasta obtener los resultados esperados.

La IA resuelve problemas complejos y expande las fronteras del arte, pero aún presenta limitaciones en la identificación de objetos y la interpretación de emociones y matices culturales. Las empresas están contratando a artistas para desarrollar patrones de creación (Lee, 2022). La evolución artística siempre ha estado ligada a la técnica, con artistas desafiando las convenciones establecidas (Jovanovic & Campbell, 2022) y el acceso a esta nueva tecnología obliga irremediabilmente a redefinir la creación artística y plantea cuestionamientos éticos y de propiedad intelectual.

Aunque la IA es una herramienta potente, hay lagunas éticas a considerar (Dwivedi et al., 2023). La apropiación de la cultura existente sin reconocimiento de fuentes no debe ser la base de la IAG. Es crucial

cuestionar cómo la IAG afecta el pensamiento creativo, si sustituye la imaginación humana o la potencia, y si es necesario remodelar la educación artística. También es importante abordar su influencia en la estética global, los posibles efectos de su uso ilícito y los desafíos éticos relacionados con los derechos de autoría y propiedad intelectual (Abbott & Rothman, 2022). Esta coyuntura es propicia para plantear cuestiones que guíen el desarrollo de la IAG, maximizando su valor en la creatividad y apreciación artística, salvaguardando la originalidad y diversidad cultural mediante una utilización consciente y crítica.

1.1. Desafíos y oportunidades de la IAG en Educación Artística

La integración de la IAG en la educación artística marca un punto de inflexión en la manera en que se concibe lo artístico. Esta tecnología no solo amplía el espectro de posibilidades creativas, permitiendo que el alumnado explore diversos estilos, técnicas y composiciones con una eficiencia sin precedentes, sino que también plantea importantes preguntas sobre la naturaleza de la creatividad y la autenticidad de la creación artística (Lovato et al. 2024).

La IAG ha demostrado su capacidad para producir resultados que tradicionalmente se juzgarían como creativos. Algoritmos generativos pueden producir automáticamente artefactos como música, obras de arte digitales o relatos de ficción, facilitando la participación humana directa en el proceso creativo mediante sistemas de texto a imagen como Midjourney, Stable Diffusion y DALL-E, o a través de diálogos con modelos de lenguaje como ChatGPT, Bard y Claude. Estos avances proyectan que la IAG será cada vez más potente, automatizando tareas creativas que históricamente se

consideraban exclusivamente humanas y generando un valor económico significativo en los próximos años (Takale, Mahalle y Sule, 2024).

El lanzamiento de numerosos algoritmos generativos ha provocado preocupación en muchas comunidades artísticas, que perciben la IAG como una amenaza potencial a la creatividad humana (Abuzuraiq y Pasquier, 2024). Por ejemplo, una obra de arte creada con las primeras versiones de Midjourney superó a artistas humanos en un concurso de arte digital, y otro artista rechazó por razones éticas el primer premio en un concurso de fotografía tras conocer que pese a que el jurado sabía que la obra estaba creada mediante IAG, mantenía su decisión de premiarlo. Estos incidentes han encendido un debate más amplio sobre la originalidad del contenido generado por IAG y hasta qué punto puede reemplazar la creatividad humana, una facultad que muchos consideran exclusiva de los seres humanos (Carceller, 2019).

La incorporación de herramientas de IAG en la educación artística ofrece oportunidades sin precedentes para enriquecer la experiencia de aprendizaje (Torres, 2024). Permite al alumnado experimentar con una amplia gama de posibilidades creativas, desde obtener resultados de apariencia fotográfica mediante instrucciones textuales hasta crear mundos imaginados que requerirían altos costos de producción o combinar elementos de diferentes culturas en nuevas obras. Este proceso refleja la noción de "identidades culturales migratorias" descrita por Sullivan (2006), donde los artistas navegan entre espacios físicos y conceptuales.

Sin embargo, la introducción de la IAG también plantea desafíos significativos relacionados con la autenticidad y el valor del trabajo

creativo. ¿Cómo se puede distinguir entre una obra creada por una persona y una generada por una máquina? ¿Qué implicaciones tiene esto para el valor del arte y la creatividad humana? Estas preguntas son cruciales en un momento en que la IAG está cada vez más integrada en el proceso creativo.

Para abordar estos desafíos, es fundamental mantener un equilibrio entre las técnicas tradicionales y las nuevas tecnologías. Dominar el dibujo, comprender la composición, la iluminación y el color son habilidades esenciales que permiten a los artistas interactuar de manera efectiva con las máquinas y sacar el máximo provecho de las herramientas de IAG. Al mismo tiempo, es crucial reforzar el aspecto procesual de la creación artística, asegurando que el acto creativo permanezca central en la experiencia educativa (Torres, 2021).

También es imprescindible que el alumnado desarrolle habilidades críticas para formular y ajustar las indicaciones, seleccionar resultados que reflejen fielmente sus intenciones originales y mostrar disposición para iterar sobre sus instrucciones hasta lograr el resultado deseado. La IAG debe ser integrada como una herramienta dentro del proceso creativo, fusionándose con métodos tradicionales para enriquecer la educación artística. Esto no solo enriquece su proceso creativo, sino que también los prepara para navegar y contribuir a la creciente intersección entre tecnología y arte en el mundo contemporáneo, dotándolos de las competencias necesarias para ser innovadores y críticos en su práctica artística.

La rápida adopción de tecnologías de IAG presenta beneficios excepcionales, como el aumento de la productividad en la codificación, la ideación y las tareas escritas, pero también plantea riesgos relacionados

con la posible desinformación y el estancamiento en la creación de conocimiento (Gupta et al. 2024). Las herramientas de IAG están impactando en los flujos de trabajos creativos, aumentando significativamente su producción (casi en un 50% más) en los primeros meses posteriores a la adopción de las herramientas de IAG de texto a imagen, siendo estas producciones además, evaluadas más favorablemente por sus pares; sin embargo, también se observa que, aunque el pico de novedad del contenido aumenta, la originalidad visual promedio disminuye (Naqbi, Bahroun y Ahmed, 2024), lo que sugiere que el universo de posibilidades creativas se está expandiendo pero con algunas ineficiencias.

1.2. Implicaciones éticas

La IAG generativa está transformando el ámbito creativo, pero esta transformación viene acompañada de importantes desafíos éticos y legales. En el contexto de la legislación de derechos de autor la cuestión de quién posee los derechos de las obras creadas por IAG es compleja y varía entre diferentes jurisdicciones (Zhuk, 2023). Por ejemplo, en la Unión Europea se discute la posibilidad de reconocer la autoría de las obras generadas por IAG a los desarrolladores o usuarios del sistema, mientras que en los Estados Unidos se aplica un enfoque más tradicional que atribuye la autoría a las personas físicas (Frosio, 2024).

Las diferentes jurisdicciones están abordando estos desafíos de diversas maneras, pero es evidente que se necesita un marco claro y coherente para la propiedad intelectual y los derechos de autor en la era de la IAG. La transparencia, la atribución adecuada y la consideración de los sesgos en

los datos son esenciales para garantizar que la innovación tecnológica se desarrolle de manera ética y justa.

Los educadores tienen una responsabilidad crucial en la formación de futuros ciudadanos que utilicen la IAG de manera ética y responsable. En el contexto de la educación artística, es fundamental que los futuros maestros comprendan los desafíos y oportunidades que presenta la IAG generativa y que sean conscientes para promover en su alumnado un uso consciente de estas tecnologías.

El uso de estas tecnologías debe ser guiado por principios que aseguren que el alumnado comprenda y respete la propiedad intelectual de otros creadores. Al enseñar al alumnado a utilizar la IAG, es necesario enfatizar la importancia de obtener permisos adecuados y dar crédito a las fuentes originales de inspiración y datos utilizados en sus creaciones.

El uso consciente de la IAG también implica educar al alumnado sobre los posibles sesgos y limitaciones de estos sistemas. Al comprender cómo se entrenan y operan los algoritmos de IAG, el alumnado puede desarrollar una visión crítica sobre los resultados generados y evitar la reproducción de sesgos existentes (González y Amador, 2024). Esto no solo mejora la calidad de sus producciones artísticas, sino que también fomenta una práctica responsable y ética en el uso de tecnologías avanzadas (Castell, Torres y Redondo, 2019).

Asimismo, no podemos obviar la importancia de propiciar un posicionamiento crítico, incorporando, por ejemplo, debates y reflexiones sobre las implicaciones sociales y culturales de la IAG. Al enfrentar

cuestiones relacionadas con la autenticidad, la autoría y la originalidad, el alumnado puede desarrollar una comprensión más matizada de cómo la tecnología afecta la creación y percepción del arte. Este enfoque holístico asegura que el alumnado de educación artística no solo sea técnicamente competente, sino también consciente de las dimensiones éticas y sociales de su trabajo.

2. MÉTODO

El presente estudio se ha llevado a cabo con el objetivo de evaluar la percepción del alumnado de magisterio sobre el uso de las herramientas de IAG, enfocándose en determinar si adoptan una postura consciente, responsable y ética. Para ello, se diseñó un cuestionario estructurado con preguntas cerradas y escalas de Likert, abarcando diversos aspectos relacionados con costumbres de uso para determinar si atienden y en qué grado, a aspectos éticos, críticos y responsables.

La muestra del estudio estuvo compuesta por 69 estudiantes de la asignatura de Educación Visual y Plástica en Primaria, pertenecientes al segundo curso del grado de Maestro de Educación Primaria de la Universidad de Barcelona. De estos participantes, el 66% eran mujeres, con una edad promedio de 20,8 años.

El cuestionario fue diseñado ad hoc para capturar datos cuantitativos sobre las actitudes y percepciones del alumnado respecto a la integración de herramientas de IAG. Las escalas de Likert, utilizadas para medir la intensidad de sus opiniones, abarcaban cinco grados desde "totalmente en desacuerdo" hasta "totalmente de acuerdo", permitiendo una evaluación

detallada de la variabilidad en las respuestas. Las preguntas cerradas facilitaban la recopilación de datos específicos sobre el conocimiento y la experiencia previa con herramientas de IAG, así como sus preocupaciones éticas y responsabilidad percibida en el uso de estas tecnologías.

3. RESULTADOS

El estudio ha revelado datos interesantes sobre su percepción y actitud hacia el uso de herramientas de IAG en la educación. A continuación, se presentan los resultados agrupados por temas.

3.1. Reflexión y Crítica sobre el Uso de la IAG

Una parte importante del estudio se centró en evaluar la reflexión crítica del alumnado sobre los posibles sesgos en las herramientas de IAG. Un 79% (54) no está de acuerdo o están totalmente en desacuerdo con haber reflexionado sobre los posibles sesgos en las herramientas de IAG, lo que sugiere una falta de conciencia crítica en este aspecto. Solo un 4% (3) está de acuerdo y un 2% (1) está totalmente de acuerdo con esta afirmación.

Por otro lado, el 79% (54) del alumnado está de acuerdo o totalmente de acuerdo en que cribaban mediante criterios de calidad los artefactos que creaban por IAG, demostrando un enfoque más crítico en la evaluación de las herramientas que utilizan. Sin embargo, un significativo 18% (12) no lo hace.

Respecto a la verificación de la veracidad de los datos proporcionados por herramientas de IAG, un alto porcentaje, el 91% (62), no los comprueba antes de utilizarlos, lo que indica una potencial área de mejora en la práctica

crítica. Solo un 6% (4) del alumnado está de acuerdo y un 2% (1) está totalmente de acuerdo en que verifican estos datos.

3.2. Transparencia y uso ético de la IAG

En cuanto a la transparencia en el uso de IAG, la mayoría, el 88% (60), no indican de manera transparente si una producción incluye la participación de herramientas de IAG. Esto sugiere una falta de práctica ética en cuanto a la transparencia del uso de estas herramientas. Solo un 6% (4) de los encuestados están de acuerdo y un 2% (1) está totalmente de acuerdo en que lo indican de manera habitual.

Además, un 78% (53) no son conscientes de las políticas de privacidad de las herramientas de IAG que utilizan, lo cual es un aspecto preocupante en términos de uso consciente de la tecnología. Solo un 7% (5) están de acuerdo y un 3% (2) está totalmente de acuerdo en que se interesan por conocer estas políticas.

3.3. Preocupaciones sobre la Privacidad y el Uso de Datos

Aunque un 84% (57) expresaron alguna forma de desacuerdo con la preocupación sobre cómo se almacenan y utilizan los datos proporcionados a las herramientas de IAG, hay un 14% (6) que muestra preocupación, reflejando una división en la percepción de este riesgo.

3.4. Percepción de la IAG en la Educación y Formación Recibida

Respecto a la percepción de la IAG como herramienta que aporte valor a la educación, un total del 47% (32) creen que pueden mejorar la calidad de la enseñanza en Educación Primaria, mostrando una actitud positiva hacia su

integración en el ámbito educativo. Sin embargo, un 43% (29) no están de acuerdo con esta afirmación.

Finalmente, una abrumadora mayoría, el 88% (60), considera que su formación actual no incluye suficiente información sobre el uso de la IAG en la educación, destacando una clara necesidad de mejorar la formación en este ámbito. Solo un 8% (6) están de acuerdo en que reciben suficiente información.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Podemos concluir que los resultados del cuestionario indican que, aunque hay una percepción positiva sobre el potencial de la IAG para mejorar la calidad de la enseñanza, existe una considerable falta de conciencia crítica y ética entre el alumnado del grado respecto al uso de estas herramientas. Las áreas de preocupación incluyen la transparencia en el uso de IAG, la verificación de la veracidad de los datos, y el conocimiento de las políticas de privacidad. Además, la mayoría considera insuficiente la formación que reciben sobre el uso de la IAG, lo que sugiere la necesidad de una mayor integración de estos temas en el currículo educativo. Estos datos son producto de una muestra muy concentrada, pero que pueden servir de indicadores de la importancia que se debe dar en el ámbito educativo de no centrarse meramente en los aspectos generativos de las nuevas herramientas, sino también en sus consecuencias y posibles aplicaciones didácticas. La IAG ofrece enormes oportunidades para la creatividad y la exploración cultural, pero también plantea importantes desafíos éticos que deben ser abordados. El colectivo docente tiene un papel vital en preparar a las futuras generaciones para utilizar esta tecnología de manera ética,

responsable y consciente. Al integrar la enseñanza de la ética tecnológica en sus currículos y fomentar una comprensión crítica de las implicaciones de la IAG, los maestros pueden ayudar a su alumnado explorar el complejo campo de la creatividad en la era digital. Esto incluye discutir las implicaciones de la IAG en la creatividad y la propiedad intelectual, así como promover una comprensión crítica de cómo la tecnología puede influir en la cultura y la sociedad. Al hacerlo, el alumnado puede desarrollar una conciencia crítica que les permita evaluar el impacto de la IAG en sus propias prácticas creativas y en la sociedad en general.

La integración de la IAG generativa en la práctica artística tiene profundas implicaciones para la educación artística. Los educadores deben adoptar enfoques flexibles y abiertos que reconozcan la naturaleza transformadora y transitoria de la identidad cultural en la era digital. Esto requiere un marco pedagógico que fomente la creatividad, la crítica y la reflexión. La educación artística debe encontrar un equilibrio entre la enseñanza de técnicas tradicionales y la incorporación de nuevas tecnologías, permitiendo que el alumnado utilice la IA como un medio para ampliar su expresión creativa.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abuzuraiq, A. M. y Pasquier, P. (2024). Towards Personalizing Generative AI with Small Data for Co-Creation in the Visual Arts. In *IUI Workshops*.
- Al Naqbi, H., Bahroun, Z. y Ahmed, V. (2024). Enhancing work productivity through generative artificial intelligence: A comprehensive literature review. *Sustainability*, 16(3), 1166.
<https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgae052>

- Carceller, A. T. (2019). Aprendizaje creativo y educación visual y plástica; las artes como canal idóneo para desarrollar la creatividad. *Brazilian Journal of Development*, 5(6), 7072-7090.
- Castell, J., Torres, A. y Redondo, M. (2019). Educación artística y competencia digital: Una mirada interfacultativa para favorecer la integración de procesos evaluativos a través de rúbricas. In *Innovación Docente e Investigación en Arte y Humanidades* (pp. 245-256). Dykinson.
- Frosio, G. (2024). Generative AI in court. In *Recreating Creativity, Reinventing Inventiveness* (pp. 3-44). Routledge.
- González, M. A. G. y Amador, A. O. (2024). Los problemas tecno-éticos en la inteligencia artificial generativa: The Techno-Ethical Issues in Generative Artificial Intelligence. *Razón y Palabra*, 28(119), 15-27.
- Gupta, R., Nair, K., Mishra, M., Ibrahim, B., & Bhardwaj, S. (2024). Adoption and impacts of generative artificial intelligence: Theoretical underpinnings and research agenda. *International Journal of Information Management Data Insights*, 4(1), 100232. <https://doi.org/10.1016/j.ijime.2024.100232>
- Kawakami, R. y Venkatagiri, S. (2024, June). The Impact of Generative AI on Artists. In *Proceedings of the 16th Conference on Creativity & Cognition* (pp. 79-82).
- Lovato, J., Zimmerman, J., Smith, I., Dodds, P. y Karson, J. (2024). Foregrounding Artist Opinions: A Survey Study on Transparency, Ownership, and Fairness in AI Generative Art. *arXiv preprint arXiv:2401.15497*.
- Messer, U. (2024). Co-creating art with generative artificial intelligence: Implications for artworks and artists. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, 2(1), 100056. <https://doi.org/10.1016/j.chbah.2024.100056>
- Sullivan, G. (2006). *Artful inquiry across braided boundaries*. Paper presented at the Virtual Conversations Across Visual Cultures conference at Teachers College, Columbia University.
- Takale, D. G., Mahalle, P. N. y Sule, B. (2024). Advancements and Applications of Generative Artificial Intelligence. *Journal of Information Technology and Sciences*, 10(1), 20-27.
- Taylor, J., El Ardelya, V., & Wolfson, J. (2024). Exploration of Artificial Intelligence in Creative Fields: Generative Art, Music, and Design. *International Journal of Cyber and IT Service Management*, 4(1), 39-45. <https://doi.org/10.34306/ijcitsm.v4i1.149>

- Torres, A. (2021). La cocreación como medio de aprendizaje cooperativo. *Tercio creciente*, 129-141. <https://doi.org/10.17561/rtc.extra5.5751>
- Torres, A. (2024). The ARTificial Revolution: Challenges for Redefining Art Education in the Paradigm of Generative Artificial Intelligence. *Digital Education Review*, 45, 84-90. <https://doi.org/10.1344/der.2024.45.84-90>
- Zhuk, A. (2023) Navigating the legal landscape of AI copyright: a comparative analysis of EU, US, and Chinese approaches. *AI Ethics*. <https://doi.org/10.1007/s43681-023-00299-0>

EXTRAER DATOS DEL CAMPO: METODOLOGÍA CUALITATIVO-CUANTITATIVA C.A.Q.D.AS Y USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

José Manuel Sánchez García

josesanchez@us.es <https://orcid.org/0000-0002-4240-5095>

Universidad de Sevilla (España)

RESUMEN

La aproximación al campo de investigación es cada vez más complicada, aún más en el campo educativo. Obtener datos útiles y válidos se vuelve cada vez más difícil, la realización de entrevistas, la administración de cuestionarios y en general el acceso a los centros se vuelve complejo. Es por este motivo que antes de iniciar la investigación en un campo, entiéndase el centro o comunidad que se va a estudiar, se ha de diseñar una metodología que elimine el sesgo de los datos y nos permita que los datos conseguidos sean válidos y fiables. Diseñar un marco metodológico previo debe considerar al investigador como pieza clave pues de él depende la interpretación y análisis obtenidos de los instrumentos utilizados. Por esto se considera adecuada la metodología cualitativo-cuantitativa (Rojas, Fernández & Pérez, 1998; Barroso & Cabero, 2010). El uso de esta metodología cualitativo-cuantitativa permite triangular las fuentes de datos. Desde la revisión de literatura, estudios similares y aspectos relativos al estudio; entrevistas abiertas y en profundidad de las que saldrán entrevistas semiestructuradas obtenida a partir de análisis textual usando CAQDAS (Computer-Aided Qualitative Data Analysis, Análisis de datos cualitativos asistido por ordenador) (Flirk, 2004; Eugenia & Mira, 2010), partiendo de la Teoría Emergente (Grounded Theory) surgen unidades dotadas de sentido (Ruiz, 2012) que nos transmiten información de los individuos y de las instituciones. En los dos últimos años la llegada de la Inteligencia Artificial ha mejorado la eficiencia de los programas CAQDAS, haciendo su uso más fácil y accesible a los investigadores, obteniéndose buenos resultados en el análisis de textos. Continuando a partir de estos análisis con la creación y administración de cuestionarios tipo Likert de cinco opciones que será después tratado con SPSS o similar. Se triangularán las fuentes para obtener resultados y alcanzar conclusiones a partir de datos fiables. La metodología descrita se ha usado de forma cuasiexperimental obteniendo resultados muy

adecuados en cuanto a la valoración del apartado cualitativo y cuantitativo. Validando el apartado cuantitativo con SPSS.

1. INTRODUCCIÓN

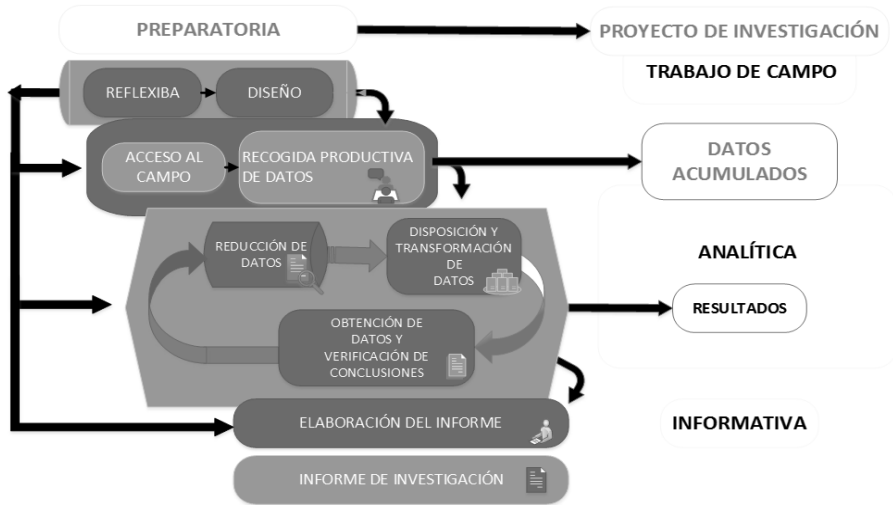
Se parte para analizar esta metodología de trabajos previos experimentales y cuasiexperimentales ya realizados. El diseño metodológico aplicado en estos estudios permite, partiendo de un marco teórico de investigación, implementar una metodología adecuada para la obtención de datos de diversos campos. Si bien este marco es teórico, ha sido aplicado de forma experimental (Sánchez, 2015). La investigación de campo nos lleva a la obtención de datos mediante entrevistas y cuestionarios que se crean a partir de conocimientos previos, una amplia revisión de literatura o estado del arte, que utiliza este conocimiento e indagación previa que proporcionan las fuentes primarias. Estos datos de investigaciones previas son para el investigador de gran valor, permitiendo comparar y replicar estudios ya realizados o dando una base sobre la que trabajar metodológicamente para obtener nuevos datos que responden a nuevas cuestiones. Teniendo en cuenta que estos datos se obtienen por la interacción con los individuos que puede ser compleja y necesita de la experticia del investigador. Es necesaria una gran capacidad de observación, así como el desarrollo de ciertas capacidades por el o los investigadores que se relacionen con el campo. Se debe considerar necesario un marco teórico interdisciplinar que se nutra de tres fuentes principales: la revisión de literatura y de experiencias previas similares, la entrevista abierta (en el caso de un centro educativo la dirección, el profesorado, alumnos de último curso...) realizada a un número limitado de

individuos conocedores del campo de estudio. Partiendo de esta entrevista abierta la realización de una entrevista semiestructurada y la creación de un cuestionario que se realiza a un número más amplio de personas (a ser posible todo el centro). Todo este material se trata con programas informáticos que nos permitirán crear cuestionarios tipo Likert para obtener una información más amplia. Este trabajo previo permite triangular y comparar los resultados e interpretarlos.

2. MÉTODO

Para facilitar la comprensión de este diseño presentamos un cuadro en el que se puede ver todo el proceso que se lleva a cabo y que instrumentos se usan. El primer paso para acercarse al campo de estudio definido es realizar una revisión de literatura que aporte conocimientos sobre las cuestiones que vamos a tratar. De esta forma se aborda el problema de investigación ya definido. Es en este momento del proceso en el que se ha de analizar la muestra sobre la que vamos a realizar el estudio así como la elaboración de instrumentos. Se define cómo se han de recoger los datos mediante dichos instrumentos y cómo se realizara su análisis , las fases del estudio y su temporización (Castaño, 2003). Según Rodríguez, Gil y García (1999) la metodología de la investigación cualitativa es compleja. Por ello es conveniente dividir los procesos para un mejor entendimiento y organización a la hora de enfrentarnos a la obtención de resultados. Se presenta en un cuadro que nos permite organizar de una forma más clara los procesos que vamos a llevar a cabo. La división en cuatro fases: preparatoria, trabajo de campo, analítica e informativa se representa en la siguiente figura.

Figura 1



Fuente: Rodríguez, Gil y García. (1999, p. 64)

Es necesario al inicio de la investigación, diferenciar dos apartados, uno reflexivo y otro de diseño. Para Rodríguez (1999) la etapa reflexiva es punto de partida de la investigación cualitativa. Depende del investigador o investigadores, actitudes y aptitudes, intereses y de la relación con el campo de estudio, de sus motivaciones. Es el propio investigador: su preparación, experiencia y opciones ético-políticas, la que influyen en las decisiones que se llevarán a cabo y en el diseño de la investigación. El mantener la imparcialidad, y ser un elemento neutro en el proceso que nos lleve a conocer el campo de investigación y a obtener del mismo información válida y relevante que nos informe de la situación y necesidades, de las actitudes de los actores y de la relación de estos con el campo, es un aspecto fundamental pese a las dificultades que plantea esta neutralidad. En este aspecto de la investigación Rodríguez da unas pautas de qué ha de buscar el investigador, cuál es el foco de su investigación y qué razones le llevan interesarse por este tópico. De dónde procede el problema

de investigación y cuál es el punto de vista desde el que llevará a cabo su análisis. Cuanto más en una realidad educativa como la española, que es cambiante y compleja. Pese a ello aproximarnos al conocimiento del ámbito educativo conlleva una reflexión profunda que nos permita indagar en las cuestiones importantes, aspecto esencial a la hora de formular las preguntas o temas a tratar con los diferentes instrumentos que utilizaremos y hemos descrito en el diseño metodológico. El análisis del campo educativo también requiere de una dimensión temporal, debido a la evolución de las tecnologías, el cambio en los contenidos y en las percepciones de los alumnos, la llegada a la docencia de distintos profesores con distintas procedencias y una formación diferente a la de las generaciones anteriores determinan que un seguimiento a lo largo de varios años, estudio longitudinal, puede arrojar resultados distintos y modificar las creencias y actitudes de los actores y la postura y percepciones del investigador cualitativo. Al aproximarse al campo se usan tres fuentes en este diseño metodológico. Un estudio previo de casos similares al supuesto de la investigación. Para lo cual realizaremos una búsqueda bibliográfica exhaustiva que nos informa de las tendencias y novedades relacionadas con el campo sobre el que se indaga. Un análisis cualitativo a partir de los conocimientos adquiridos en el estudio bibliográfico, el uso de entrevistas en profundidad (estas entrevistas se deben realizar por el propio investigador, un experto o personal formado a tal fin) y el uso de entrevistas semiestructuradas. Para el personal es necesario la creación de una guía para realizar entrevistas semiestructuradas en una segunda fase del estudio. Estas entrevistas utilizan los ítems más comunes que encontremos en las entrevistas abiertas en profundidad y aquellos por los cuales se interesa el estudio partiendo

del problema de investigación. También en lo observado en otros estudios previos en el mismo campo o con fines similares. Las entrevistas en profundidad serán abiertas e indagatorias sobre las cuestiones del campo a las que se dirige el estudio (Álvarez y Sintas, 2012). De las entrevistas realizadas se creará una guía para la realización de entrevistas semiestructuradas. Esto permite realizar entrevistas en las que se indaga sobre aspectos concretos, sin encorsetar la entrevista o reducirla a una lista de preguntas. La entrevista semiestructurada es adecuada porque nos permite profundizar en un tema concreto, dejar que se exprese con más amplitud el entrevistado dando su opinión, así como respuestas abiertas que nos llevan a conocer aspectos que previamente no se conocían o no se han tenido en cuenta. Con el uso de la guía se realizan una serie de entrevistas que una vez transcritas y analizadas evidencian un resultado que aparecerá en el análisis de los datos que se realiza con programas tipo C.A.Q.D.A.S. Sobre la transcripción a texto de las entrevistas se realiza un análisis cualitativo utilizando el programa Atlas.Ti. Uno de los referentes en este tipo de análisis cualitativo de texto, y que en su última versión ya utiliza Inteligencia artificial para el análisis. Se debe tener en cuenta en esta parte del proceso, aunque pueda ser reiterativo, que al ser el abordaje de acceso al conocimiento que podemos hallar en el campo cualitativo-cuantitativo se requiere de la propia interpretación del investigador, que ha de estar suficientemente formado (Barroso & Cabero, 2010) en los aspectos relativos las entrevistas al análisis cualitativo de los datos y posteriormente a su obtención, la creación de cuestionario y el análisis de datos con programas informáticos destinados a tal fin. Complejos en lo relativo al tratamiento estadístico, siendo en ocasiones necesaria la intervención de especialistas. Se debe de tener en cuenta que: “La investigación cualitativa

se define de forma poco precisa como una categoría de diseños de investigación que extraen descripciones a partir de observaciones que adoptan la forma de entrevistas, narraciones, notas de campo, grabaciones, transcripciones de audio y vídeo cassettes, registros escritos de todo tipo, fotografías o películas y artefactos”(Le Compte, 1995, p. 1). Esta amplia formación hace que el papel del investigador sea fundamental y que deba diferenciar entre conocimiento descubierto y conocimiento construido. Se deben tener en cuenta en el proceso otras cualidades y características de la investigación cualitativa, su carácter holístico, empírico, interpretativo y empático (Guba y Lincoln, 1994; Stake, 1995; Rodríguez, Gil y García, 1999). Se ha de formar a los investigadores para ser neutrales con respecto a los conocimientos y procedimientos, para lo que han de contar con las competencias y habilidades que han adquirido durante su formación en los relacionado con la investigación, su aplicación al campo de estudio basada en el estudio del marco teórico competente. Para ello utilizaremos análisis de contenido que nos permita obtener un resultado óptimo de las transcripciones de las entrevistas de que disponemos y de las que surgirán tras su análisis distintas categorías. Según Álvarez y Sintas (2012) la entrevista semiestructurada de respuesta abierta y la encuesta, nos permite profundizar en aquellos aspectos que nos interesen más, pudiendo de esta forma analizar los aspectos más relevante o aquellos que en los que queramos enfocar el estudio. En trabajos de Cabero (2001; 2002; 2004) se usaron entrevistas, cuestionarios con escalas tipo Likert sobre el uso de los medios audiovisuales e informáticos. Otros trabajos sobre la implantación de medios son los de De Pablos y Colás (1998) que abordaron es estado del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en Andalucía. Así como los trabajos de López y Sánchez (2006) que mediante

cuestionarios se aproximaron al uso que se hace de las TIC. Para el enfoque que se plantea es necesario que los análisis cualitativos se realicen usando herramientas de investigación potentes con las que obtener resultados válidos. Si bien los análisis no plantean dificultades técnicas, requieren de conocimiento de la materia que se investiga, de una profunda reflexión y de un aprendizaje en los aspectos referentes al uso de los programas que vayamos a utilizar. Para Durán (2012) se ha de tener en cuenta, respecto al aspecto cualitativo, que este tipo de investigaciones se centra en las cualidades de una entidad, grupo o persona, es, por tanto, un campo interdisciplinar en el que se han de poseer conocimientos de diversas materias, utilizar técnicas de las humanidades, las ciencias sociales o la física, permite el uso de múltiples paradigmas y metodologías que nos permiten analizar la realidad, el aspecto natural del campo en el que estemos trabajando. Es por tanto interpretativa. Permite transformar y representar la realidad estudiada en un conjunto de resultados para tener una comprensión del tema y el contexto de lo estudiado (Denzin & Lincoln, 2012). Es una interpretación de la realidad que observamos mediante la comprensión de los sujetos de un contexto (Gurdián-Fernández, 2010). Es por ello que Fernández et al. (2009) consideran que el análisis cualitativo ha de prolongarse en el tiempo, requiere por tanto de una continuidad, proceso mediante el cual los instrumentos con los que realizamos el análisis cualitativo se irán perfeccionando, modificándose y estableciendo relaciones entre los diferentes ítems o dimensiones para de esta forma verificar o descartar las hipótesis de trabajo. Este mismo acercamiento también influye en la interpretación pues el investigador no está en una isla, se interrelaciona con los sujetos que estudia y este aspecto puede llevar a una influencia mutua que puede conducirnos a una interpretación sesgada

o especulativa. La investigación cualitativa también nos lleva analizar los conceptos que surgen del propio análisis de las entrevistas. El uso del ordenador es complejo y necesita de un aprendizaje; por lo que pueden surgir problemas por el propio uso del ordenador. Aunque nos permite entender relaciones más complejas, facilitando el manejo de los datos cualitativos ya sean de entrevistas, textuales, fotográficos y todas las posibilidades que presenta la investigación cualitativa (Amescua y Gálvez 2002). Lo que permite comparar y contrastar analizar nuevos fenómenos emergentes que expliquen el uso de una determinada metodología en el aula (Castaño, 2003). Los estudios y análisis utilizan herramientas actualizadas y de gran potencia que requieren de conocimientos previos por parte de los investigadores y que presentan relaciones e ideas concretas sobre el campo (Rojas et al., 1998; Amezcua y Gálvez, 2002; Barroso & Cabero, 2010). De las cuales podemos obtener información para la creación de una herramienta cuantitativa que fácil administración, en el caso más habitual la administración de cuestionario tipo Likert, fáciles de crear mediante esta metodología, y fáciles de analizar con los programas estadísticos actuales. Partiendo de datos obtenidos se crea un cuestionario, más fácil de administrar a una población amplia (un centro, una universidad...) para obtener datos masivos que trataremos con algún paquete estadístico. Aquel que consideremos adecuado a nuestros fines o con el que estemos familiarizados (SPSS, R...). Los resultados obtenidos mediante la indagación y el análisis, utilizando el diseño metodológico que se ha preparado, permiten realizar una triangulación de la que obtendremos los resultados. Los aspectos relacionados con la investigación cualitativa parten de observaciones y descripciones amplias y personales (Le Compte, 1995) centrándose en las cualidades que percibimos del

entorno. Se utiliza por parte de los investigadores un marco interdisciplinar que utiliza múltiples paradigmas de distintas materias para analizar la realidad del entorno (Durán 2012). Son subjetivas y parten de la comprensión del sujeto que observa (Fernández, Cebreiro & Fernández, 2009). Permitiendo crear dimensiones relacionadas con la hipótesis de trabajo, representando la realidad en un conjunto de datos que facilitaran la comprensión del campo (Denzin & Lincoln, 2005). Es necesaria por parte del investigador que realiza los análisis no caer en interpretaciones sesgadas o especulativas, ser neutral con respecto a los conocimientos y procedimientos, competencias y habilidades que ha adquirido durante su formación (Salgado, 2007). La triangulación permitirá obtener resultados balanceados eliminando sesgos y preconcepciones del análisis. En los últimos años los programas que se utilizan para obtener los datos se han desarrollado y evolucionado, siendo en la actualidad más complejos e incorporando nuevas herramientas y formas de uso. Un ejemplo de ello es la incorporación a Atlas.Ti de la Inteligencia Artificial, desde la misma página de producto informan de que la codificación y la búsqueda de unidades dotadas de sentido de los textos se puede realizar mediante el uso de la Chat GTP de OpenAI. Si el salto a la codificación multitexto mediante el uso del ordenador supuso un salto en la aplicación de la teoría fundamentada, la incorporación de la Inteligencia Artificial cambia drásticamente el panorama para la utilización de metodologías cualitativas en casi todos los campos. Del mismo modo paquetes de tratamiento estadístico como IBM SPSS en su versión 29 presentan una interfaz más intuitiva, una gestión de datos mejorada, así como un uso más amigable. Todos estos aspectos unidos hacen que se pueda realizar un análisis cualitativo-cuantitativo con un menor número de personas, si bien la

formación en el uso de estos programas debe de ser también mayor. O a falta de formación en este campo del investigador los datos deben ser tratados por profesionales.

3. RESULTADOS

La decisión de elaborar una metodología se realiza al inicio de la investigación, es el periodo para la construcción del diseño metodológico que después se aplica en el contexto en el que realizaremos el estudio y posterior análisis. Esta toma de decisión en un momento tan inicial de la investigación llevar a pensar que el diseño metodológico cualitativo-cuantitativo es un constructo teórico, si bien está fundamentado en bases muy sólidas. A pesar de ello no se conoce como serán los resultados que podemos obtener de su aplicación. El usado en este estudio ha sido aplicado en el ámbito de la pedagogía, obteniéndose resultados adecuados y permitiendo un conocimiento preciso y claro de los ítems que se investigan. En este caso el uso de la TIC en la enseñanza secundaria. Obteniendo un panorama del campo al comparar trabajos previos, las opiniones y percepciones de las personas que están inmersas en el campo y un gran número de datos obtenidos mediante el uso de entrevista y la administración de cuestionarios. Para ello se trabajó sobre el análisis de un constructo Dimensión-Categoría que permitió una triangulación de las tres herramientas utilizadas (Sánchez, 2015).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Diseñar de forma previa a la investigación una metodología adecuada, pensar en cómo adaptarla al campo para obtener información de este y aplicarla, permite obtener datos fiables y adecuados. Esta reflexión previa

ayuda en el análisis posterior de los datos. El cuidado en la selección de los individuos más adecuados para las entrevistas en profundidad, profesores con tiempo de servicio y probada experiencia. La realización de entrevistas por los investigadores con la ayuda de una guía, creada al analizar las entrevistas en profundidad mediante el uso de programas de análisis cualitativo, para las entrevistas semiestructuradas. Permite conocer la opinión sobre diversos ítems de muchos de los docentes. Opiniones de gran valor para entender que está pasando en el proceso educativo y como son las relaciones entre los agentes tanto docentes como discentes. Los datos verificados, comparados, analizados e interpretados permiten comprender mejor el contexto y obtener mejores resultados y un conocimiento profundo del campo. También permite publicar set de datos posibilitando la replicabilidad, la realización de estudios transversales y longitudinales para analizar las necesidades y la evolución para cada entorno, consiguiendo obtener una comprensión amplia de los fenómenos que encontremos y un mejor aprovechamiento de los recursos de los que disponemos.

El diseño metodológico en cualquiera de los campos que se investigan debe presentarse de manera previa adecuando las distintas técnicas que vayamos a utilizar, creando de esta forma el elemento y seleccionando las herramientas adecuadas que permitirán la obtención de resultados óptimos para la investigación.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez, E. G., & Sintas, J. L. (2012). Ciencia abierta, e-ciencia y nuevas tecnologías: Desafíos y antiguos problemas en la investigación cualitativa en las ciencias sociales. *Intangible Capital*, 8(3). <https://dx.doi.org/10.3926/ic.384>

- Amescua, M. & Gálvez, A. (2002). Los modos de análisis en investigación en salud: perspectiva crítica y reflexiones en voz alta. *Revista Española de Salud Pública*, 76(5).
- Barroso Osuna, J. M., & Cabero Almenara, J. (2010). *La investigación educativa en TIC: Visiones prácticas*. Síntesis.
- Blasco, J. & Mengual, S.(2010). Análisis de datos cualitativos asistido por ordenador en Ciencias de la Educación. En *Claves para la investigación en innovación y calidad educativas: la integración de las tecnologías de la información y la comunicación y la interculturalidad en las aulas*. Marfil.
- Cabero, J. (2001). Tecnología educativa. Diseño y utilización de medios de enseñanza. Paidós.
- Cabero, J. (2002). Nuevos retos para las universidades: La incorporación de las Tics. EA, Escuela Abierta: *Revista de Investigación Educativa*, (5), 7–42.
Recuperado de: http://dialnet.unirioja.es//servlet/extart?codigo=286609\nhttp://dialnet.unirioja.es//servlet/fichero_articulo?codigo=286609&orden=73687
- Cabero, J. (2004). La transformación de los escenarios educativos como consecuencia de la aplicación de las TICs: estrategias educativas, *Formación de la ciudadanía [Archivo de ordenador]: las TICs y los nuevos problemas / XV Simposio Internacional de Didáctica de las Ciencias Sociales = Citizenship education : ICTs & new problems* : Alicante (España), del 30 de marzo al 2 de abril de 2004 / XV International Conference on Didactics of Social Sciences ; editores, María Isabel Vera Muñoz, David Pérez Pérez. Alicante: Asociación Universitaria de Profesores de Didáctica de las Ciencias Sociales University Association of Lecturers i Didactics of Social Sciences.
- Castaño, C. (2003). Introducción a la metodología de investigación cualitativa. *Revista de Psicodidáctica*, (14), 5-40.
- De Pablos, J. & Colás, P. (1998). *La implantación de las nuevas tecnologías de la información y comunicación en el sistema educativo andaluz: un*

estudio evaluativo. Grupo de investigación Evaluación y Tecnología Educativa, Universidad de Sevilla (inédito).

Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2012; 2013). *Manual de investigación cualitativa*. Gedisa.

Durán, M. M. (2012). El estudio de caso en la investigación cualitativa. *Revista Nacional de Administración*, 3(1), 121–134.

Eugenia, J., & Mira, B. (2010). Análisis de datos cualitativos asistido por ordenador en Ciencias de la Educación. en *Claves para la investigación en innovación y calidad educativas: la integración de las tecnologías de la información y la comunicación y la interculturalidad en las aulas* (pp. 71–84).

Fernández, C., Cebreiro, B. & Fernandez, J. (2009). *E-CTIC: Evaluación y desarrollo de competencias TIC de los alumnos de Secundaria para el aprendizaje con Internet*. Nino ediciones.

Fernández, M. C., Cebreiro, B., & Fernández, J. (2011). Competencias para el aprendizaje en red de los alumnos de educación secundaria en Galicia. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*. (38). Secretariado de Recursos Audiovisuales y Nuevas Tecnologías.

Flick, U. (2004). *Introducción a la Investigación Cualitativa*. Morata.

Guba E. G. & Lincoln, Y. S. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage.

Gurdián-Fernández, A. (2010). El paradigma cualitativo en la investigación socio-educativa. Editorial UCR.

LeCompte, M. (1995). Un matrimonio conveniente: diseño de investigación cualitativa y estándares para la evaluación de programas. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa, Relieve*, 1(1). Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3361551&info=resumen&idioma=SPA>

Rodríguez (2000). Las actitudes del profesorado hacia la informática. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (15).

- Rodríguez Gómez, G., Gil Flores, J., & García Jiménez, E. (1999). *Metodología de la investigación cualitativa* (2ª ed.). Aljibe.
- Rojas, A. J., Fernández, J. S., & Pérez, C. (1998). *Investigar mediante encuestas: Fundamentos teóricos y aspectos prácticos*. Síntesis.
- Ruiz, J. I. (2012). *Metodología de la investigación cualitativa. Sociología* (Vol. 5a). Universidad de Deusto.
- Salgado A.C. (2007). Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. *Liberabit*, (13).
- Sánchez, J. (2015). *Análisis del uso de tecnologías de la información y la comunicación en las enseñanzas de Historia* [Tesis no publicada]
- Stake, R. (1995). *The Art Of Case Study Research*. Thousand Oaks, Sage Publications Ed. Recuperado de <http://books.google.es/books?id=ApGdBx76b9kCyprintsec=frontcover#v=onepageyqyf=false> Stake.
- Stake, R. (2005). Qualitative case studies. En N. K. Denzin y Y. S. Lincoln (Eds.), *The SAGE Handbook of qualitative research* (pp. 443-466). Sage.

FÁBRICAS DE APRENDIZAJE INTELIGENTES Y SU IMPACTO ACADÉMICO

Álvaro de Jesús Guarín Grisales

aguarin@eafit.edu.co

Colombia

RESUMEN

La Cuarta Revolución Industrial, conocida como Industria 4.0, está transformando significativamente la producción de bienes de capital. En el centro de esta revolución se encuentra el concepto de la "fábrica inteligente", que integra de manera fluida tecnologías como el Sistema de Ejecución de Manufactura (MES), la Planificación de Recursos Empresariales (ERP) y la Identificación por Radiofrecuencia (RFID). Este artículo examina la evolución de una fábrica de aprendizaje tradicional hacia una fábrica de aprendizaje inteligente, resaltando su relevancia en contextos académicos. Se discute la integración de la gestión de suministros y la logística interna con sistemas de ensamblaje manual y semiautomático como estrategias clave para mejorar los entornos productivos. El diseño de esta fábrica inteligente, potenciado por RFID, permite identificar cuellos de botella, optimizar los flujos de trabajo y reducir desperdicios, logrando mayor eficiencia y ahorro de costos. La investigación implementó una fábrica inteligente con tecnología RFID en un entorno académico, facilitando a los estudiantes la interacción con el sistema, lo que favorece el aprendizaje práctico y la experimentación. Este estudio contribuye a la comprensión del impacto de la Industria 4.0 en entornos educativos y productivos, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones e implementaciones tecnológicas en la enseñanza y la producción industrial.

1. INTRODUCCIÓN

El sector manufacturero representa actualmente el 14,7% del PIB mundial, siendo una de las actividades más importantes para la generación de riqueza en cualquier nación. En Colombia, este sector representa el 12% del PIB y es la cuarta actividad productiva más relevante de su economía (Baena et al., 2017). Factores como la competencia feroz, ciclos de vida de productos cada vez más cortos, lanzamientos frecuentes y variaciones en la demanda generan nuevos desafíos en el ámbito de la fabricación (Wagner et al., 2015). Por esta razón, las empresas colombianas buscan continuamente aumentar su productividad y competitividad.

Existe un movimiento global en las economías más avanzadas que promueve la mejora de la productividad y eficiencia en la manufactura industrial mediante la incorporación de los últimos avances en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) (Posada et al., s. f.).

En la industria manufacturera, la necesidad constante de mejorar la eficiencia y precisión en los procesos de producción ha llevado a la adopción de tecnologías innovadoras. La Identificación por Radiofrecuencia (RFID) se ha posicionado como una herramienta poderosa que ha demostrado su potencial en diversos sectores industriales. Este estudio se centra en la implementación de RFID en un carro automático utilizado para el transporte de productos dentro de una fábrica de aprendizaje.

La fábrica de aprendizaje es un entorno de producción dinámico donde la optimización del transporte de las partes de ensamblaje es crucial para alcanzar altos estándares de calidad y eficiencia. Tradicionalmente, los sistemas de transporte en estas instalaciones han enfrentado limitaciones

en términos de visibilidad y control, lo que ha afectado negativamente la gestión del flujo de trabajo (Pedraza et al., 2018).

La tecnología RFID, que utiliza ondas de radio para la identificación automática y seguimiento de objetos, se destaca como una solución eficaz para superar estas limitaciones. Al integrar etiquetas RFID en los productos y un sistema de lectura en el carro automático, se permite la comunicación inalámbrica y el intercambio de información en tiempo real (Popova et al., 2021). Esto proporciona la capacidad de rastrear y controlar las partes durante su transporte, reduciendo tiempos de espera, previniendo errores en las entregas y mejorando la planificación logística.

La literatura científica muestra una creciente tendencia en la adopción de tecnología RFID en la industria manufacturera, específicamente en sistemas de transporte y logística interna. Investigaciones previas han evidenciado los beneficios potenciales de implementar RFID en carros no automatizados, como la mejora en la precisión y rapidez del transporte de partes, la optimización del flujo de trabajo y la reducción de costos operativos (Costa et al., 2017). Además, estudios como el de (Tsang, 2013) han demostrado que la implementación de RFID en fábricas con procesos de ensamblaje complejos puede generar mayor eficiencia y productividad, al permitir una visibilidad en tiempo real de la ubicación y el estado de los productos en tránsito.

Sin embargo, aunque existen investigaciones sobre la implementación de RFID en la industria manufacturera, es relevante destacar que cada entorno de producción presenta características únicas y específicas. Dado que este estudio se centra en un entorno educativo, se requiere un enfoque metodológico adecuado para implementar RFID exitosamente en el carro automático de la fábrica de aprendizaje. Es fundamental considerar la

selección del hardware RFID más apropiado, la integración del sistema con el carro automático y el desarrollo del software de control para lograr una comunicación efectiva y una lógica de operación óptima, con el objetivo de maximizar el aprendizaje de los estudiantes.

Este estudio investiga la implementación de RFID en el carro automático de una fábrica de aprendizaje para fortalecer el proceso de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería de producción en la Universidad EAFIT. A través de un enfoque metodológico estructurado, se evalúan los efectos de la tecnología RFID en el transporte de partes y productos, analizando su impacto en términos de eficiencia, precisión y calidad en el proceso de ensamblaje.

Esta investigación contribuye a enriquecer el conocimiento sobre la aplicabilidad y los beneficios de la tecnología RFID en la industria manufacturera a nivel educativo, específicamente en el transporte automatizado de partes y productos. Los hallazgos obtenidos pueden servir como referencia en el ámbito educativo, fortaleciendo el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería de producción y otras ingenierías relacionadas en la Universidad EAFIT.

1.1. El Núcleo de la Industria 4.0

La Industria 4.0 representa una revolución en el ámbito manufacturero, y su núcleo radica en la interconexión y automatización de los procesos productivos mediante tecnologías avanzadas como la Internet de las Cosas (IoT), sistemas ciberfísicos y, por supuesto, el uso de RFID. Este ecosistema permite la creación de fábricas inteligentes que son capaces de adaptarse y reaccionar de manera dinámica a las fluctuaciones del mercado y las exigencias del consumidor, manteniendo la competitividad a través de la

optimización continua de recursos. RFID es esencial para lograr la visibilidad en tiempo real de los flujos de producción, garantizando precisión y control a lo largo de la cadena de valor (Grube et al., 2019).

1.2. El Papel de RFID en la Fábrica Inteligente

RFID no es solo una tecnología más en el arsenal de herramientas de la Industria 4.0; constituye un pilar fundamental para la implementación de fábricas inteligentes. La capacidad de etiquetar y rastrear objetos en tiempo real utilizando ondas de radio permite un nivel de trazabilidad sin precedentes. Esto reduce la necesidad de intervención humana y mejora la precisión en cada etapa del ciclo productivo. Además, los datos recopilados por RFID alimentan los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP), optimizando tanto la producción como la toma de decisiones estratégicas (Popova et al., 2021).

1.3. Diseño de Fábrica Inteligente para RFID

El diseño de una fábrica inteligente que utilice RFID debe enfocarse en simplificar los sistemas para facilitar el aprendizaje y la experimentación, como en los entornos educativos. Además, la integración de plataformas web y el enlace con sistemas ERP permiten una gestión centralizada y eficiente de los datos, mejorando los resultados operativos y pedagógicos.

1.4. Simplificación del Sistema para el Aprendizaje

Para maximizar la eficacia en un entorno educativo, la fábrica inteligente habilitada con RFID se diseñó de forma sencilla, sin comprometer el aprendizaje. Este enfoque favorece la interacción de los estudiantes con las tecnologías de producción avanzadas, promoviendo una curva de aprendizaje más accesible. La simplicidad del sistema permite que los

estudiantes realicen pruebas y experimentos prácticos, generando un entorno propicio para el desarrollo de habilidades técnicas clave (Costa et al., 2017).

1.5. Aplicación Web para el Control del Sistema RFID

El control eficiente de los sistemas RFID es posible mediante una aplicación web conectada a un PLC, que permite gestionar y visualizar en tiempo real el estado del sistema. Esta herramienta, diseñada específicamente para la fábrica de aprendizaje, no solo facilita la operación de los dispositivos RFID, sino que también integra la recopilación y análisis de datos en un solo entorno digital, proporcionando a los estudiantes una experiencia práctica de gestión en tiempo real (Toro et al., 2018).

1.6. Conexión de Datos RFID con Sistemas ERP

La interconexión de RFID con sistemas ERP permite una integración total de la producción. Los datos recopilados por las etiquetas RFID se transfieren automáticamente al ERP, facilitando la planificación y la optimización.

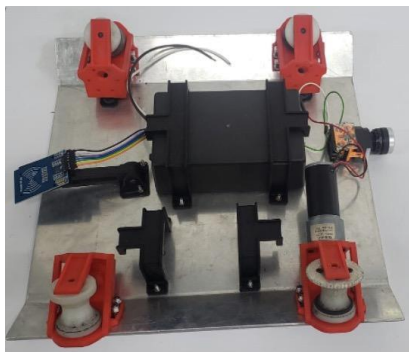
2. MÉTODO

2.1. Diseño e Implementación del Software de Control

El desarrollo del software de control fue un componente crucial para la integración del sistema RFID con los Controladores Lógicos Programables (PLCs) y otros dispositivos de adquisición de datos. Este software debía ser capaz de interpretar la información proporcionada por las etiquetas RFID, tomar decisiones en tiempo real sobre el transporte de piezas, y

comunicarse de manera fluida con los sistemas de control y monitoreo en la fábrica.

Figura 1



Los estudiantes trabajaron en estrecha colaboración con SYNCBOX para programar la lógica de control del carro, asegurando que los comandos de movimiento y las órdenes de producción fueran seguidas de manera eficiente según la información recibida de las etiquetas RFID. Este proceso involucró la creación de algoritmos que priorizaran la seguridad, estableciendo protocolos de contingencia para fallos del sistema RFID, paradas repentinas, y otros posibles escenarios que podrían afectar la producción.

El software de control también se diseñó para facilitar la recolección y análisis de datos. A través de interfaces gráficas de usuario, los estudiantes pudieron monitorear el rendimiento del sistema en tiempo real, visualizar las rutas del carro y analizar el tiempo de ciclo de cada fase de producción. Esta visibilidad total del proceso de transporte permitió una toma de decisiones más informada y una mejor gestión de recursos en la fábrica de aprendizaje.

2.2. Etapa de Pruebas y Optimización

La fase de pruebas fue esencial para garantizar que todos los componentes del sistema RFID, desde el hardware hasta el software, funcionaran en armonía. Bajo la supervisión de SYNCBOX, se llevaron a cabo pruebas en diversos escenarios operativos, evaluando factores como la velocidad de transporte, la distancia efectiva de lectura de las etiquetas RFID, y la capacidad de respuesta del software de control.

Durante estas pruebas, los estudiantes tuvieron la oportunidad de ajustar los parámetros del sistema, optimizar la lógica de control y mejorar la integración entre los componentes. Estos ajustes incluyeron la calibración de las antenas para evitar interferencias y mejorar la precisión de la lectura de las etiquetas, así como la optimización del software para minimizar los tiempos de respuesta y asegurar una ejecución fluida del proceso de transporte.

El equipo también evaluó la robustez del sistema ante posibles fallas, estableciendo procedimientos para el manejo de excepciones y asegurando que, en caso de error, el carro pudiera detenerse de manera segura y notificar a los operadores sobre cualquier problema.

2.3. Capacitación del Personal y Documentación del Proyecto

Además del desarrollo técnico, el éxito del proyecto también dependía de la capacitación adecuada del personal encargado de operar el carro con el sistema RFID. SYNCBOX proporcionó formación intensiva para los estudiantes y el personal técnico, cubriendo aspectos como el uso del software de control, la interpretación de datos RFID, y la resolución de problemas básicos. Esta capacitación no solo mejoró la competencia técnica de los operadores, sino que también fomentó una cultura de

innovación y mejora continua dentro de la fábrica de aprendizaje.

La documentación del proyecto también fue una parte fundamental del método, proporcionando un registro detallado de todas las fases del desarrollo, pruebas, y optimización del sistema RFID. Esta documentación incluyó diagramas de arquitectura del sistema, manuales de operación, y guías para la resolución de problemas. Al mantener una documentación clara y accesible, se facilitaron futuras mejoras y se estableció una base sólida para la transferencia de conocimiento a futuros estudiantes de Ingeniería de Producción.

3. RESULTADOS

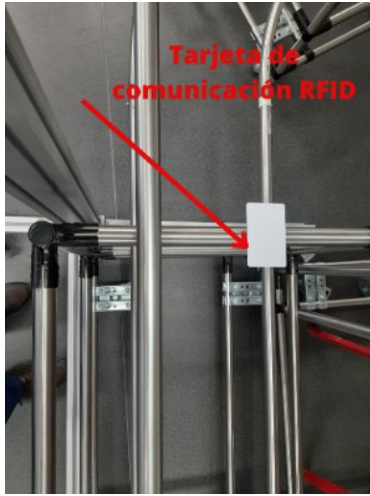
Los resultados del proyecto de implementación de RFID en la fábrica de aprendizaje de la Universidad EAFIT han sido altamente positivos, demostrando mejoras significativas en términos de eficiencia, precisión y aprendizaje para los estudiantes de Ingeniería de Producción. La integración efectiva del sistema RFID con los PLCs y otros dispositivos de adquisición de datos permitió una gestión optimizada del transporte de piezas y una mejora sustancial en la visibilidad y control del proceso de producción (ver figura 2).

Los datos recopilados en tiempo real proporcionaron a los estudiantes una comprensión más profunda del flujo de trabajo y la dinámica de la fábrica. Este enfoque basado en datos permitió identificar cuellos de botella y áreas de mejora, lo que resultó en una mayor eficiencia operativa y una reducción de costos.

Además, el proyecto sirvió como una plataforma de aprendizaje práctico, donde los estudiantes pudieron aplicar conceptos teóricos en un entorno realista de fábrica, utilizando tecnologías de vanguardia como RFID y

sistemas de aprendizaje automático. Esta experiencia no solo mejoró sus habilidades técnicas, sino que también los preparó mejor para enfrentar desafíos futuros en la industria manufacturera.

Figura 2



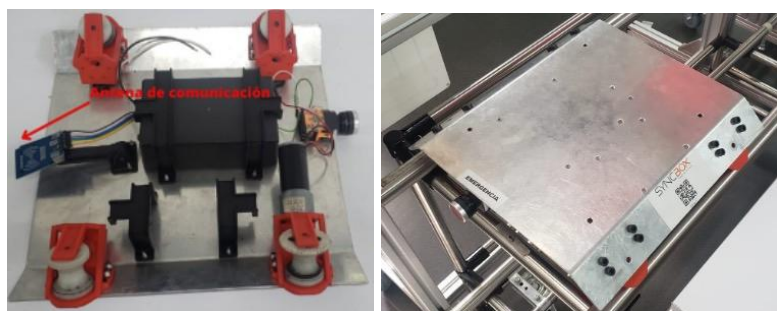
La implementación de tecnología RFID en la fábrica de aprendizaje de la Universidad EAFIT ha sido un éxito, gracias a la colaboración entre los estudiantes de Ingeniería de Producción y la empresa SYNCBOX. Este proyecto ha demostrado la importancia de la integración de tecnologías mejora de procesos de producción y el aprendizaje en un entorno educativo.

El éxito del proyecto resalta el valor de la innovación tecnológica y la investigación en la Ingeniería de Producción, mostrando cómo una integración efectiva de tecnologías puede generar beneficios significativos tanto para el aprendizaje como para la eficiencia operativa. A medida que la tecnología continúa avanzando, futuras implementaciones pueden explorar nuevas aplicaciones y optimizaciones, abriendo oportunidades para mejoras adicionales y nuevos desarrollos en el campo de las fábricas

inteligentes.

El enfoque colaborativo entre la academia y la industria, como se ejemplifica en este proyecto, seguirá siendo crucial para el desarrollo y la implementación exitosa de soluciones innovadoras en la ingeniería y otros campos.

Figura 3



El desarrollo del software de control fue un paso clave para interpretar y procesar la información proporcionada por las etiquetas RFID. En este proceso, los estudiantes contaron con la asistencia y experiencia de la compañía que suministra el software SYNCBOX. Se programó la lógica de control del carro para seguir las órdenes de producción basadas en la información recibida de las etiquetas. Junto con SYNCBOX, también se priorizó la seguridad, estableciendo protocolos de contingencia para casos de fallo del sistema RFID, paros, avances y otros posibles escenarios.

La etapa de pruebas y optimización fue supervisada por la compañía, quien, junto con los estudiantes, llevó a cabo pruebas en diferentes escenarios y condiciones de operación para evaluar la funcionalidad y el rendimiento del sistema RFID. Se realizaron ajustes en los parámetros del sistema y mejoras en la lógica de control para maximizar la eficiencia y la precisión del transporte.

La empresa también realizó la capacitación del personal encargado de operar el carro con el nuevo sistema RFID. El personal recibió formación sobre el uso del sistema, la interpretación de datos RFID y la resolución de problemas básicos. Además, SYNCBOX fomentó una cultura de sensibilización sobre la importancia del correcto manejo de las etiquetas RFID y el mantenimiento del sistema.

Con la implementación exitosa del sistema RFID en el carro de la fábrica de aprendizaje, en colaboración con SYNCBOX, los estudiantes lograron resultados significativos. La eficiencia del transporte mejoró considerablemente, reduciendo los tiempos de espera y minimizando los errores en la entrega de productos. El rastreo en tiempo real permitió una visibilidad total del proceso de transporte, facilitando la toma de decisiones y optimizando la gestión de recursos.

En conclusión, la implementación de RFID en el carro automático ha sido una solución efectiva para optimizar el transporte de productos en la fábrica de aprendizaje de la Universidad EAFIT. La colaboración con SYNCBOX ha sido fundamental en el éxito de la implementación, ya que su asesoramiento y supervisión en las pruebas y la capacitación del personal han contribuido significativamente a mejorar la eficiencia operativa y a reforzar la competitividad de la fábrica en un entorno de producción cada vez más exigente. Este proyecto sienta las bases para futuras implementaciones de RFID en otros procesos de la fábrica y resalta el valor de la innovación tecnológica en la industria manufacturera y en el aprendizaje de Ingeniería de Producción.

Finalmente, el proyecto utilizó una metodología estructurada en cuatro fases: análisis de requisitos, selección de tecnología, implementación y evaluación. En la primera fase, se identificaron las necesidades específicas

de la fábrica de aprendizaje y se definieron los objetivos clave. A continuación, se seleccionaron los componentes RFID más adecuados según las condiciones operativas. Posteriormente, se implementó el sistema y se realizaron pruebas piloto. Finalmente, se evaluaron los resultados para medir el impacto en la eficiencia y precisión de los procesos.

4. PRUEBAS DE RENDIMIENTO DE LA FÁBRICA INTELIGENTE HABILITADA PARA RFID

4.1. Evaluación del Rendimiento del Sistema RFID

El rendimiento del sistema RFID en una fábrica inteligente depende de diversos factores, como la velocidad de procesamiento de datos y la distancia efectiva entre las etiquetas y los lectores. Las pruebas realizadas revelaron que la precisión del sistema está directamente relacionada con la velocidad de los objetos que pasan por los lectores RFID, lo que influye en la tasa de éxito de lectura/escritura de las etiquetas. Estos resultados son críticos para definir el diseño óptimo del flujo de trabajo dentro de la fábrica inteligente (Pedraza et al., 2018).

4.2. Probando la Velocidad del Producto y el Éxito de Lectura/Escritura de RFID

Los experimentos mostraron que, a mayores velocidades de transporte, se incrementan las tasas de error en la lectura y escritura de las etiquetas RFID. Esto pone de manifiesto la importancia de ajustar las condiciones de operación del sistema según el tipo de producto y su velocidad en la cadena de producción. Las pruebas realizadas permitieron identificar los límites operacionales y guiar el diseño de las estaciones de lectura dentro de la fábrica para garantizar un equilibrio entre la velocidad y la precisión

(Mladineo et al., 2019).

4.3. Análisis de los Resultados de las Pruebas y las Implicaciones del Diseño del Lugar de Trabajo

El análisis de los resultados confirmó que el diseño del lugar de trabajo, específicamente la disposición de los lectores RFID, influye considerablemente en la eficiencia del sistema. Los ajustes en la colocación de los dispositivos y en los flujos de transporte permitieron optimizar la productividad y minimizar los cuellos de botella. Estos hallazgos destacan la necesidad de un enfoque flexible y adaptable en la implementación de tecnologías RFID en entornos industriales y educativos.

5. BENEFICIOS DE LA INTEGRACIÓN RFID EN LA FÁBRICA INTELIGENTE

5.1. Eficiencia de Producción Mejorada

El uso de RFID ha demostrado un impacto significativo en la mejora de la eficiencia de producción. Los datos recopilados permiten la identificación y eliminación de ineficiencias, lo que se traduce en una reducción de tiempos muertos y errores operacionales, mejorando así la eficiencia global del sistema (Baena et al., 2017).

5.2. Flexibilidad Mejorada

El seguimiento preciso de los productos a lo largo de la cadena de producción facilita la adaptación a cambios imprevistos. RFID proporciona una visibilidad que permite ajustes en tiempo real, haciendo que el sistema sea más flexible y adaptable a nuevas demandas o problemas (Grube et al., 2019).

5.3. Mejor Control de Calidad

RFID contribuye al control de calidad al proporcionar datos en tiempo real sobre el estado y progreso de los productos. Esto permite la detección temprana de errores, lo que se traduce en una disminución de productos defectuosos y un aumento en la satisfacción del cliente.

6. DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES PARA LA INTEGRACIÓN RFID EN LA FÁBRICA INTELIGENTE

6.1. Abordar las Limitaciones de Rendimiento del Sistema RFID

El mayor desafío del sistema RFID radica en sus limitaciones de rendimiento, especialmente en entornos de alta velocidad. Sin embargo, comprender y mitigar estos límites mediante ajustes en el diseño del sistema y la velocidad del flujo de trabajo puede optimizar el desempeño general del sistema.

6.2. Costo de Equilibrio y Complejidad

Aunque la implementación de RFID puede ser costosa y compleja, sus beneficios a largo plazo, como la eficiencia operativa y la mejora del control de calidad, justifican la inversión inicial. A medida que la tecnología avanza, los costos de implementación disminuyen, permitiendo que más empresas accedan a estos sistemas avanzados.

6.3. Garantizar la Seguridad y la Privacidad de los Datos

Dado que RFID recopila grandes cantidades de datos, es crucial implementar protocolos robustos de seguridad para proteger la privacidad y evitar filtraciones o mal uso de la información. Las medidas de seguridad deben estar integradas desde el inicio del diseño del sistema,

garantizando la integridad y confidencialidad de los datos en todo momento.

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La implementación exitosa del sistema RFID en el carro automático de la fábrica de aprendizaje de la Universidad EAFIT ha demostrado ser un avance significativo en el campo de las fábricas inteligentes y el aprendizaje de Ingeniería de Producción. Los resultados obtenidos durante la investigación y la puesta en marcha del proyecto han proporcionado importantes contribuciones a la industria manufacturera y a la optimización de procesos de producción.

La integración de la tecnología RFID en la fábrica ha permitido una comunicación en tiempo real entre los elementos de control, como los PLCs, y las etiquetas RFID, mejorando considerablemente la eficiencia y agilidad del sistema de transporte de piezas para los ensamblajes. La capacidad de recopilar datos precisos en cada fase del proceso productivo ha brindado una visión completa y detallada del rendimiento de la producción, crucial para identificar áreas de mejora y oportunidades de optimización.

El análisis de datos en tiempo real ha permitido una toma de decisiones informada y estratégica tanto a nivel operativo como gerencial. Los gestores y responsables de producción han podido implementar mejoras y optimizar los recursos disponibles, llevando a una reducción significativa de costos de fabricación y una mejora en la calidad del producto final. Además, la capacidad de aprendizaje automatizado de las máquinas ha

contribuido a la eficiencia y mejora continua del proceso productivo.

La colaboración con SYNCBOX ha sido clave para el éxito de la implementación, ya que su experiencia y asesoramiento han sido fundamentales en el diseño de la arquitectura del sistema RFID, la selección de equipos adecuados y la realización de pruebas de integración. La capacitación proporcionada por SYNCBOX al personal encargado de operar el carro con el nuevo sistema RFID ha garantizado un correcto manejo de las etiquetas y del sistema en general, evitando posibles inconvenientes y asegurando un funcionamiento óptimo del sistema.

Además, la implementación de la solución SYNCBOX ha destacado la importancia de la colaboración entre la academia y la industria en el desarrollo de proyectos de tecnología aplicada. La sinergia entre los estudiantes de Ingeniería de Producción de la Universidad EAFIT y la empresa SYNCBOX ha demostrado cómo la investigación y la innovación tecnológica pueden generar soluciones efectivas y beneficiosas para la industria manufacturera.

La implementación de la tecnología RFID en el carro automático de la fábrica de aprendizaje ha sido un logro significativo para la Universidad EAFIT y la industria manufacturera en general. La colaboración entre los estudiantes de Ingeniería de Producción y la empresa SYNCBOX ha permitido desarrollar un sistema altamente efectivo para optimizar el transporte de piezas para los diferentes ensamblajes y mejorar la eficiencia operativa de la fábrica.

Los resultados obtenidos durante la investigación y la puesta en marcha del proyecto han demostrado que la tecnología RFID y la integración de

dispositivos de control son fundamentales para el desarrollo de fábricas inteligentes. La capacidad de recopilar datos en tiempo real y su análisis han brindado una visión más clara y detallada del proceso de producción, permitiendo identificar áreas de mejora y oportunidades de optimización.

La colaboración con SYNCBOX ha sido esencial en todo el proceso de implementación, desde el diseño de la arquitectura del sistema RFID hasta la capacitación del personal. La experiencia y el asesoramiento de SYNCBOX han sido cruciales para el éxito del proyecto y han asegurado un correcto funcionamiento del sistema RFID.

El proyecto también destaca la importancia de la colaboración entre la academia y la industria en la implementación de tecnologías innovadoras. La sinergia entre los estudiantes y la empresa ha permitido la transferencia de conocimientos y la aplicación práctica de la investigación, generando beneficios tanto para la universidad como para la industria.

En conclusión, la implementación de RFID en el carro automático de la fábrica de aprendizaje ha demostrado ser una solución efectiva para optimizar el transporte de piezas y mejorar la eficiencia operativa. La colaboración con SYNCBOX ha sido fundamental para el éxito del proyecto y ha resaltado la importancia de la innovación tecnológica en la industria manufacturera.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baena, F., Guarín, A., Mora, J., Sauza, J. & Retat, S. (2017). Learning Factory: The Path to Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 9, 73-80.

Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., Diamantini, C. & Potena, D. (2017). Big data analytics methodologies applied at energy management in industrial sector: A case

- study. *International Journal of RF Technologies: Research and Applications*, 8(3), 105-122. <https://doi.org/10.3233/RFT-171671>
- Costa, F., Carvalho, M., Fernandes, J. M., Alves, A. & Silva, P. (2017). Improving visibility using RFID – the case of a company in the automotive sector. *Procedia Manufacturing*, 13, 1261-1268. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.048>
- Grube, D., Malik, A. A. & Bilberg, A. (2019). SMEs can touch Industry 4.0 in the Smart Learning Factory. *Procedia Manufacturing*, 31, 219-224. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.03.035>
- Mladineo, M., Veza, I., Gjeldum, N., Crnjac, M., Aljinovic, A. & Basic, A. (2019). Integration and testing of the RFID-enabled Smart Factory concept within the Learning Factory. *Procedia Manufacturing*, 31, 384-389. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.03.060>
- Pedraza, C., Vega, F. & Mañana, G. (2018). PCIV, an RFID-based platform for intelligent vehicle monitoring. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 10(2), 28-35. <https://doi.org/10.1109/MITS.2018.2806641>
- Popova, I., Abdullina, E., Danilov, I., Marusin, A., Marusin, A., Ruchkina, I. & Shemyakin, A. (2021). Application of the RFID technology in logistics. *Transportation Research Procedia*, 57, 452-462. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.09.072>
- Posada, J., Toro, C., Barandiaran, I., Oyarzun, D., De Amicis, R., Graphitech, F., Pinto, E. B., Eisert, P., Döllner, J., Vallarino, I. & Mivtech, P. (s. f.). Visual Computing Challenges Visual Computing as a Key Enabling Technology for Industrie 4.0 and Industrial Internet. <http://tinyurl.com/okpfpp4>
- Toro, R., Correa, J. E. & Ferreira, P. M. (2018). A Cloud-Monitoring Service for Manufacturing Environments. *Procedia Manufacturing*, 26, 1330-1339. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.07.128>
- Tsang, A. (2013). A Framework for the Implementation of RFID Systems. *International Journal of Engineering Business Management*, 5, 1. <https://doi.org/10.5772/56511>
- Wagner, U., AlGeddawy, T., ElMaraghy, H. & Müller, E. (2015). Developing products for changeable learning factories. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 9, 146-158. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2014.11.001>

LUCES, REALIDAD AUMENTADA Y ¡ACCIÓN!: IMPACTO SOBRE EL APRENDIZAJE DE UNA EXPOSICIÓN DIDÁCTICA MEDIADA POR REALIDAD AUMENTADA

María Napal Fraile

maria.napal@unavarra.es <https://orcid.org/0000-0002-1058-9395>

Dpto. Ciencias. Universidad Pública de Navarra. Instituto i-communitas. Grupo KIMUA.

RESUMEN

La tecnología digital, puede transformar la educación al facilitar la comprensión de conceptos complejos y transiciones realidad/ abstracción y entre diferentes escalas mediante representaciones multimodales. Esta investigación analiza el impacto de una exposición didáctica que combina arte y Realidad Aumentada (RA) para enseñar sobre la luz y la visión, y que busca mejorar los procesos de aprendizaje en un contexto educativo altamente digitalizado. La exposición buscaba enseñar sobre la luz, su origen, naturaleza y comportamiento, utilizando cuadros e instalaciones manipulativas, sobre los cuales se mostraban animaciones o modelos-3D proyectados mediante RA. Los contenidos se adaptaron a tres niveles educativos: Primaria, Secundaria/FP, y Bachillerato/Público general, y la evaluación se realizó a través de un cuestionario en línea dirigido a los y las visitantes. Las 413 personas visitantes que completaron la encuesta valoraron positivamente la exposición ($\bar{x}=4,26/5$), y se consideró que la exposición serviría para entender mejor ciertos conceptos y aumentaría el interés del alumnado ($\bar{x} = 4,1$), con diferencias entre etapas y experiencia del profesorado. En general, todos los grupos valoraron de modo más positivo la dimensión estética y la integración didáctica, otorgando un papel menor al uso de tecnología.

1. INTRODUCCIÓN

La industria audiovisual ha experimentado en las últimas décadas un desarrollo exponencial, de la mano de las mejoras técnicas en microprocesadores, elementos electrónicos, motores gráficos y software de

diseño y edición 3D. Este despliegue de posibilidades técnicas ha abierto la puerta a la aparición de una nueva generación de innovadores escenarios de aprendizaje basados en tecnología: desde aplicaciones de la Realidad Aumentada (Augmented Reality, AR), que combina animación 3D con la realidad, hasta entornos completamente virtuales (Virtual Reality, VR), u otras combinaciones de Realidad Mixta (*Mixed Reality, MR*) en el *continuum* realidad – virtualidad (Kahn, Johnston y Ophoff, 2019). No en vano, el informe Horizon identificaba en 2020 la AR y la VR como tecnologías emergentes y tendencias influyentes (Brown et al., 2020).

La posibilidad de integrar, mediante la tecnología, componentes del mundo real con recursos digitales interactivos permite imaginar y realizar nuevas situaciones de aprendizaje, que permiten combinar buenas prácticas en la enseñanza tradicional con el potencial para generar impacto de las creaciones audiovisuales. En particular, estas simulaciones y representaciones audiovisuales pueden favorecer la comprensión de fenómenos complejos, abstractos y dinámicos; como pueden ser la relación entre la escala micro y macro o ciertos fenómenos físicos y químicos (Eilam y Gilbert, 2014). En primer lugar, los medios digitales permiten generar representaciones multimodales (visual, auditiva, táctil, textual...) de conceptos complejos, lo cual facilita la transición entre los fenómenos del mundo real y estos tipos de representaciones abstractas. En segundo lugar, los medios digitales pueden representar procesos dinámicos a múltiples escalas temporales y espaciales, dado que permiten cambiar rápidamente entre diferentes niveles de detalle y abstracción, y manejar simultáneamente información del detalle y la imagen global, en un proceso que de otro modo sería imposible. En tercer lugar, los medios digitales

pueden proporcionar tanto a los estudiantes como a los docentes un elevado control sobre los procesos que están estudiando, lo cual permite una aproximación personalizada, y abren un espacio para la discusión y la indagación exactamente en el momento en que son relevantes. La posibilidad de interactuar con la escala es especialmente interesante: el concepto de “escala, proporción y cantidad” es uno de los conceptos estructurantes de la ciencia (NGSS, 2014), que son los constructos que dotan de coherencia y tienden puentes entre diferentes dominios de la ciencia y la ingeniería. Los fenómenos físicos, químicos y biológicos tienen lugar a distintas escalas (en biología, desde la célula al ecosistema, en física, desde las partículas subatómicas a fenómenos visibles a escala macroscópica, etc.). Los procesos y las leyes que los rigen son distintos en las distintas escalas (tanto de tamaño como temporales), y con frecuencia el alumnado presenta dificultades para establecer la relación entre estos niveles. Sin embargo, las representaciones multimodales posibilitadas por los medios digitales permiten cambiar rápidamente entre diferentes niveles de detalle y abstracción, y así representar procesos dinámicos a múltiples escalas temporales y espaciales (Tolentino et al., 2009), y así facilitar la transición entre los fenómenos del mundo real y las representaciones abstractas.

En resumen, el impacto de tecnologías como VR, AR o animación 3D, o su utilidad para promover el aprendizaje, viene determinado por las siguientes características:

- Proporcionan *experiencias en primera persona*, que soportan las concepciones socioconstructivistas del aprendizaje. Por ejemplo, ver los ojos a través de otro personaje.

- *Semántica natural*, o comprensión de los fenómenos antes de aprenderlo de modo simbólico o abstracto. Por ejemplo, manipular ángulos antes de aprenderlos formalmente en matemáticas.
- *Manipulación de las escalas y del tamaño*. Por ejemplo, viajar por una arteria como una célula sanguínea.
- *Reificación*, o convertir conceptos abstractos en representaciones perceptibles. Por ejemplo, comprender el concepto de instinto adoptando el rol de un pez que debe mantenerse con el banco para evitar el depredador.
- *Transducción*, o ampliar la capacidad del usuario para sentir factores que generalmente estarían fuera del alcance de sus sentidos o experiencias. Por ejemplo, un simulador de las rutas migratorias de las ballenas, que permite seguirlas alrededor del globo (Southgate, 2020).

No menos importante, las representaciones multimodales mediadas por tecnología generan un estímulo que despierta la curiosidad del alumnado por el fenómeno representado, y puede ser empleado para configurar procesos formativos estimulantes y atractivos. Además, a diferencia de otras aplicaciones tecnológicas, que siguen el paradigma tradicional del ordenador de sobremesa, la AR es compatible con aproximaciones activas y colaborativas que se beneficien de las dinámicas de aprendizaje sociales.

Por otra parte, la unión entre ciencia, tecnología y arte se ha demostrado como una vía para acercar el conocimiento científico al público general, o para lograr un aumento en el interés de estudiantes de diversos niveles educativos a cualquiera de las disciplinas englobadas dentro del acrónimo

STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Maths) (Kelly et al., 2001; Papacosta y Hanson, 1998). Dicha unión entre estos mundos, aparentemente discordantes, permite obtener resultados que sorprenden al espectador y logran producir en él una respuesta que muchas veces no es posible producir mediante otras aproximaciones, y puede ser una potente herramienta didáctica o de difusión (Plonczak y Goetz, 2015). De hecho, diversas ramas dentro del arte contemporáneo, como el arte digital (Levis, 2001), el arte virtual (Popper, 2007) o el arte logarítmico (Bovill, 1996), mezclan los límites entre ciencia y arte para transmitir sensaciones y a la vez plasmar parte del conocimiento técnico empleado para la realización de la obra.

Cabe resaltar que las ciencias y las artes también están unidas por los espacios museísticos, esos lugares de exposición, divulgación, mediación e interpretación de sus propios conocimientos y expresiones. Su unión permite el traspase de estrategias y dinámicas que puedan enriquecer la comprensión y extender el disfrute a una amplia diversidad de públicos. En el caso de las ciencias, y en especial en los museos de ciencias y tecnología, los fenómenos que pueden mostrarse pueden verse limitados por el alto coste y limitaciones técnicas; en contraste, aproximaciones, como la que se propone, basadas en la AR y 3D posibilitan un enfoque accesible, que también favorece el impacto, la experimentación y la comprensión de fenómenos.

Uniendo todas estas cuestiones, en este trabajo se pretende analizar el impacto generado sobre los visitantes por una exposición didáctica que combina creación artística y Realidad Aumentada para ilustrar conceptos sobre la luz y la visión y adaptarlos a distintos perfiles y niveles educativos.

2. MÉTODO

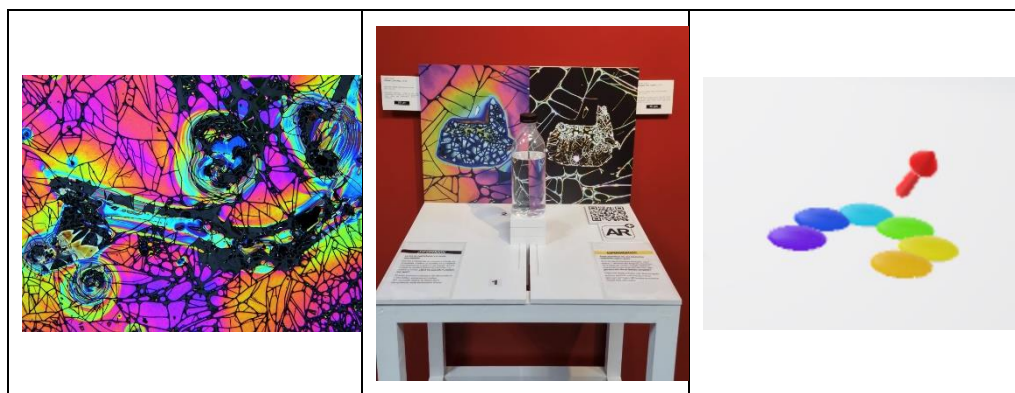
2.1. Diseño de la exposición

Esta investigación se refiere a una exposición didáctica, centrada en la luz, y en concreto los siguientes temas: (1) microscopía y escala; (2) origen, naturaleza y comportamiento de la luz; y (3) visión (formación de la imagen en el ojo, corrección de defectos y visión por distintos animales).

La exposición combinaba cuadros (imágenes microscópicas de materiales sometidos a tratamientos térmicos y químicos magnificadas (Fig. 1a)¹) con instalaciones manipulativas (Fig. 1b). Dichos elementos servían como soporte y desencadenante de modelos 3D o animaciones en 3D proyectados mediante Realidad Aumentada (RA) (Fig. 1c).

Figura 1

(a) lámina The starry dream; (b) instalación sobre refracción; (c) modelo 3D que explica mediante el modelo de absorción/ reflexión por qué la cara del cubo sobre la que se proyecta se ve de color rojo.



Aprovechando las posibilidades de la RA, los contenidos didácticos se adaptaron (en cobertura y complejidad) a tres niveles: Educación Primaria, Educación Secundaria/ FP, y Bachillerato/ Público general. Es decir, el nivel

¹ Todas las imágenes pueden consultarse en www.hiddenreflections.com

escogido determinó el número de recursos mostrados, así como la versión del recurso, con modelos simplificados para Educación Primaria y más técnicos para Educación Secundaria/ FP y Bachillerato/ público general.

Se incluyeron también las biografías de 10 mujeres investigadoras con trabajos relevantes en el campo y/o en cada uno de los tópicos. Las biografías resultaban accesibles desde una lona, que reunía todas las biografías, así como desde los recursos individuales.

La exposición estuvo accesible al público durante 1 mes en el área expositiva del planetario de (**ciudad omitida para revisión**). El centro acoge regularmente exposiciones y eventos de carácter científico-tecnológico, abiertos tanto al público general como al público escolar. Por lo tanto, la exposición resultó accesible tanto al público, sin restricciones, como a visitas escolares, bajo reserva gratuita. Para asegurar el acceso a los recursos, independientemente del dispositivo y del ancho de banda, se facilitaron tablets con acceso a wifi a quien lo requiriese. Además, todas las animaciones y recursos visuales fueron además locutados y, en su caso, subtulados o apoyados por términos impresos.

2.1. Cuestionario

La recogida de datos se realizó mediante un cuestionario que se distribuyó a través de un formulario on-line, al que se accedía por medio de un QR al final de la exposición. Para incentivar la respuesta, se puso en marcha un sorteo de una de las obras de la exposición. Para participar era necesario introducir el código obtenido tras finalizar la encuesta.

El cuestionario, con pequeñas variaciones según el grupo objetivo (docentes/ alumnado de cada etapa educativa/ público general), incluía (1)

un primer bloque sobre variables demográficas (género y rol/etapa); (2) 2-5 preguntas tipo Likert sobre la calidad y pertinencia de los contenidos; (3) 2 preguntas de opción múltiple sobre el aprendizaje producido en cuando a contenidos y biografías de científicas; (4) 2 preguntas abiertas sobre la calidad general de la exposición.

3. RESULTADOS

Un total de 412 visitantes (113 público general, 43 docentes, 256 alumnos) respondieron la encuesta. En general la exposición recibió una valoración general muy positiva ($\bar{x}=4,26$; $SD= 0,86$; Tabla 1).

Tabla 1

Número de respuestas por rol y etapa, y nota global de la exposición (sobre 5 puntos)

Rol	Etapa	N	Nota global (0-5)
			Media (SD)
Público general		113	4,38 (0,85)
Docentes	Inf/Primaria	14	4,50 (0,85)
	ESOa/FP/Bach	24	4,12 (0,89)
	Universidad	5	3,8 (0,83)
Alumnado	Primaria	71	4,42 (0,85)
	ESO/ FP	171	4,20 (0,86)
	Universidad	14	4,21 (1,12)

3.1. Calidad y pertinencia de los contenidos

En general los docentes valoraron que los recursos tenían una buena calidad didáctica ($\bar{x} = 4,2$ ($SD=0,85$)), con valores comparables entre etapas. Los recursos se juzgaron adecuados para la etapa ($\bar{x} = 3,8$ ($SD=1,02$)), con

valores superiores para Primaria que para Secundaria/FP y bachiller. Los docentes coincidieron en que los recursos de la exposición aumentarían el interés del alumnado ($\bar{x} = 4,1$ (SD=1,06)), y que ayudarían a comprender los fenómenos mostrados ($\bar{x} = 4,0$ (SD=1,02)) (Tabla 2).

Tabla 2

Valoración didáctica de los recursos de la exposición por parte de los docentes, por etapa y sector

Etapa/ sector	n	Calidad didáctica	Apropiado etapa educativa	Aumenta interés	Ayuda a comprender
Primaria	14	4,4 (0,93)	4,2 (0,97)	4,4 (0,93)	4,4 (0,85)
Secundaria - FP	24	4,1 (0,83)	3,7 (1)	3,9 (1,15)	3,8 (1,13)
Universidad	5	4,2 (0,84)	3,4 (1,14)	4,4 (0,89)	4 (0,71)
Apoyo	4	4,5 (0,58)	3,5 (1,73)	4 (1,15)	3,5 (1,73)
Ciencia	11	4,5 (0,82)	4,3 (0,79)	4,2 (0,87)	4,5 (0,69)
Generalista/ otro especialista	25	4 (0,89)	3,8 (1,01)	4,2 (1,03)	4,1 (0,86)
Tecnología	3	4 (1)	3,3 (0,58)	3,3 (2,08)	3 (1,73)
Docente en activo	37	4,3 (0,77)	3,9 (1,02)	4,2 (1,08)	4,1 (1,05)
Docente en formación	6	3,7 (1,21)	3,5 (1,05)	3,5 (0,84)	4 (0,89)
TOTAL	413	4,2 (0,85)	3,8 (1,02)	4,1 (1,06)	4 (1,02)

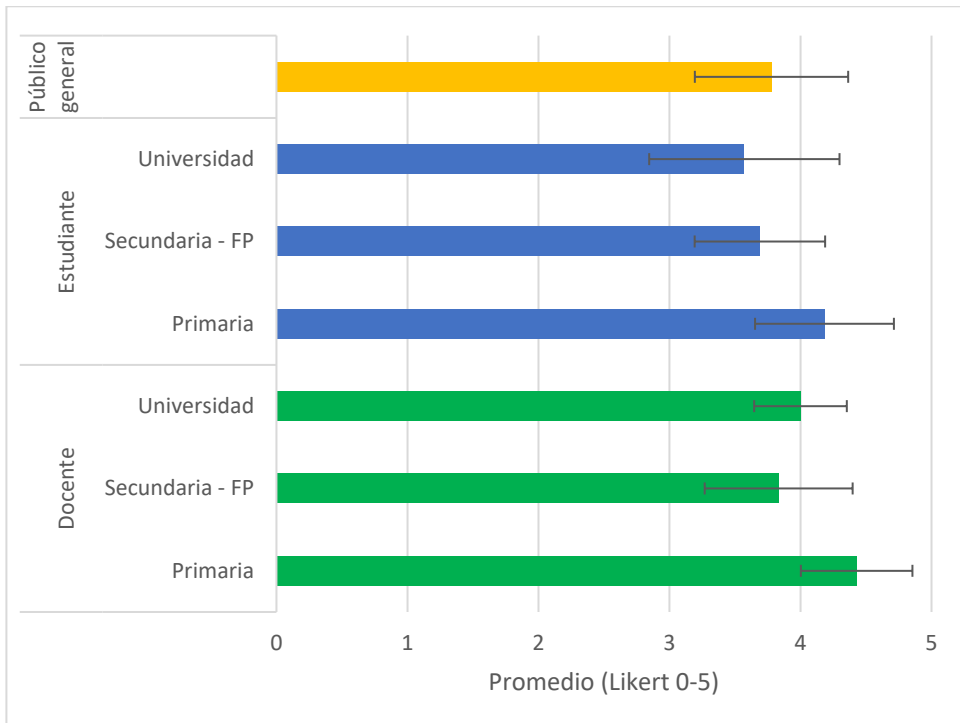
Notablemente, las puntuaciones son sistemáticamente superiores para los docentes del ámbito de las ciencias, frente a profesorado sin conocimiento específico (generalistas, especialistas de otras áreas o profesorado de

apoyo), y también para profesorado en activo frente a docentes en formación (Tabla 2).

El alumnado y público general consideró que los contenidos tenían una dificultad intermedia (facilidad de comprender $\bar{x} = 3.16$ (SD=1,30)), y a pesar de ello, de modo general, la exposición se percibió como útil para comprender o ayudar a comprender aspectos sobre la luz (valor medio global $\bar{x} = 3,83$ (SD=1,09), sin que se observasen variaciones notables entre etapas (Figura 2).

Figura 2

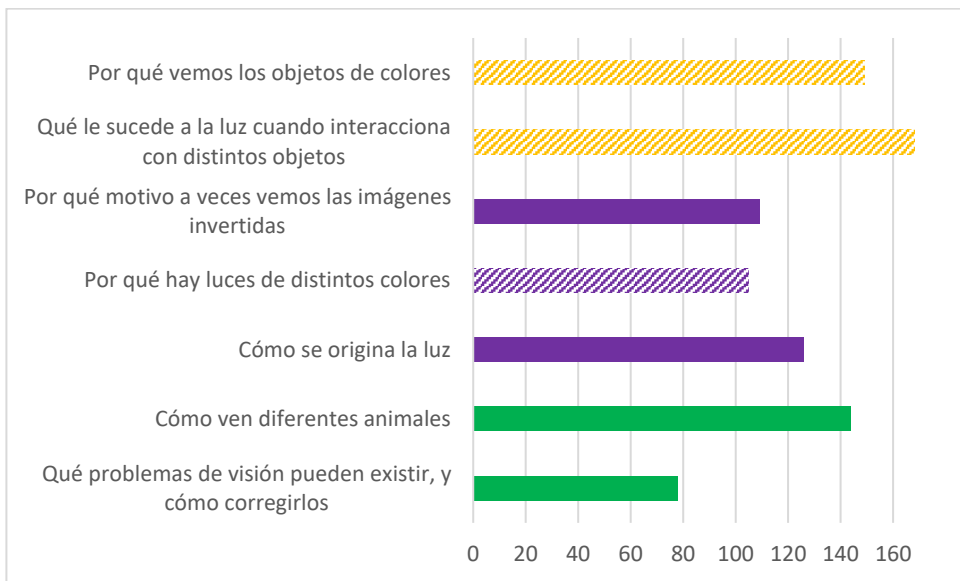
Percepción de la utilidad para hacer entender (docentes, azul) o entender (alumnado, verde; público general, amarillo) conceptos sobre la luz (valoración sobre 5 puntos).



Según los encuestados, la exposición resultó especialmente efectiva para aprender qué sucede cuando la luz interacciona con los objetos (es decir, los fenómenos de refracción, reflexión y absorción como origen del color y de los fenómenos de óptica) y cómo ven los diferentes animales (formación de la imagen en cada tipo de ojo, y relación entre la ubicación y sensibilidad de los ojos con el modo de vida) (Figura 3). Entre los recursos señalados como más efectivos figuran tanto animaciones en 3D como modelos proyectados sobre los objetos reales usando RA.

Figura 3

Respuesta a la pregunta sobre qué conceptos se entendieron mejor gracias a los recursos audiovisuales y la RA, en relación a la visión (verde), naturaleza y propiedades de la luz (morado) e interacción de la luz con los objetos (amarillo).



Las barras de color continuo corresponden a animaciones (pequeñas películas) generadas en 3D; la trama rayada indica modelos 3D superpuestos mediante RA.

3.2. Elementos de interés: arte, didáctica y tecnología

En términos generales, para todos grupos el atractivo radicó en la dimensión artística (30,7%) (la belleza de las imágenes, los colores...) o a la aproximación didáctica (21,3%; el planteamiento didáctico, la calidad de las explicaciones...). Estas son consistentemente las razones más repetidas, aunque los estudiantes aludieron con frecuencias relativamente altas (24,7 – 30,3%) a contenidos específicos y a otras razones (22,6 – 37,7%). Sólo un 6,9% (con un mínimo del 2,9% entre los docentes) señaló como relevante la utilización de tablets o introducción de tecnología. Unos pocos (7,1% del público general) señala de modo explícito a la integración de arte, tecnología y conocimiento; es decir, STEAM.

Tabla 2

Elementos más valorados en la exposición, por rol y etapa, de entre las respuestas válidas

	Estudiantes		Docentes (n=35)	público general (n=85)	TOTAL
	FP/Universi- dad (n=76)	Secundari- a (n=81)			
STEAM	0,0	0,0	0,0	7,1	2,2
Arte	32,9	18,5	51,4	31,8	30,7
Didáctica	17,1	19,8	28,6	23,5	21,3
Tecnología	3,9	8,6	2,9	9,4	6,9
Contenidos específicos	30,3	24,7	5,7	15,3	20,9
Otro	22,6	37,7	12,1	15,3	22,8

3.3. Mujeres científicas

Un total de 220 encuestados no conocían a las mujeres mostradas (n=167; 40,7%) o bien conocía sus aportaciones, pero no quién las había realizado (n=53; 12,8%). Sólo el 19,6% de la muestra (n=81, considerando todos los encuestados) conocía tanto a las mujeres como a sus aportaciones (Tabla 3 y Figura 4).

El mayor conocimiento de las mujeres y sus aportaciones se da entre los docentes (en comparación con el público general y estudiantes de etapas superiores), y el alumnado de Secundaria está más familiarizado con esta cuestión que el de Primaria (Tabla 3 y Figura 4).

Tabla 3

Conocimiento de las mujeres científicas y sus aportaciones al estudio de la luz entre adultos.

Categoría	Docentes (n=43)	Público general (n=113)	Estudiantes (FP/Univ) (n=95)
No me sonaba ninguna.	20,9 %	36,3 %	37,9 %
Conocía la aportación al campo de la luz, pero no sabía quién lo había realizado.	11,6 %	7,1 %	15,8 %
Sí, conocía su nombre, pero no la relacionaba con sus logros en el campo de la luz.	32,6 %	32,7 %	25,3 %
Sí, conocía a alguna de ellas, así como sus logros en el campo de la luz.	34,9 %	23,9 %	21,1 %

Figura 4

Conocimiento de las mujeres científicas y sus aportaciones al estudio de la luz entre estudiantes de Primaria (izda) y Secundaria (dcha).



4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La valoración global de esta propuesta expositiva que integra arte, tecnología y ciencia fue muy positiva por parte de los usuarios; algunos, incluso, aludieron a esta integración entre los motivos de apreciación.

Los docentes valoraron positivamente la calidad didáctica de los recursos, y los juzgaron adecuados para aumentar el interés del alumnado por la ciencia, y ayudar a comprender los contenidos, en línea con los numerosos trabajos que sugieren mejoras en la autoeficacia, la habilidad, el disfrute y la motivación asociadas a la introducción de tecnología educativa (Chao *et al.*, 2016).

El profesorado de primaria otorgó una mayor valoración a la adecuación de los contenidos a la etapa. Esto puede relacionarse con diferencias en el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) y la orientación del profesorado de las diferentes etapas hacia la dimensión didáctica o disciplinar, en función tanto de los objetivos de la etapa como de su bagaje.

El profesorado de ciencias experimentales fue quien mejor valoró los recursos y explicaciones en todas las dimensiones, y las puntuaciones fueron sistemáticamente mayores para los docentes en activo. Esto refuerza la noción de que el conocimiento disciplinar (CK) es un requisito para un adecuado conocimiento didáctico del contenido (PCK) (Agathangelou y Charalambou, 2020) y, del mismo modo, que el conocimiento pedagógico (PK) desarrollado mediante la experiencia contribuye también al PCK. Ambos factores (CK y PK) combinados les permiten evaluar mejor cómo un determinado recurso puede facilitar el aprendizaje, adaptarse a los distintos estudiantes e integrarse en el currículum, admitiendo un mayor grado de flexibilidad (Yuan y Recker,

2018). Por otro lado, esto implica que si se considerasen únicamente los docentes en ejercicio, la valoración de los recursos contenidos en la exposición habría sido incluso más favorable.

Las valoraciones de los usuarios sugieren que los contenidos audiovisuales se mostraron útiles para mejorar la comprensión de aspectos abstractos o complejos, que implican cambios de escala y saltos de abstracción, entre lo macroscópico (visible) y lo microscópico o simbólico – terminológico, como son la naturaleza de la luz, su comportamiento (transmisión, interacción con objetos) y la visión (Jiménez Valverde y Llitjós Viza, 2006).

Varios de los ítems destacados como más eficientes (cómo se origina la luz, cómo ven diferentes animales) - este último también citado como ejemplo concreto en las respuestas abiertas – tenían en común tratarse de animaciones 3D: podría entenderse que los clips de vídeo en 3D que siguen una lógica narrativa y explotan varios canales (imagen, audio, texto) son más sencillas de procesar que modelos 3D, que imponen una mayor carga cognitiva (Buchner et al., 2022).

Sin embargo, los otros dos ítems destacados (por qué vemos los objetos de colores, qué le sucede a la luz cuando interacciona con distintos objetos) se tratan de modelos 3D, sobreimpuestos mediante RA a las imágenes reales, una de las características que los expertos destacan (Southgate, 2020).

El hecho de poder personalizar o adaptar la dificultad de cada itinerario, asignando diferentes comportamientos a los marcadores en función del perfil y etapa se relacionan con la satisfacción (facilidad de comprensión y utilidad para comprender) alta y equiparable entre edades, y constituye un punto distintivo del uso de la RA en esta exposición.

La efectividad y el atractivo de la propuesta se relaciona tanto con la dimensión artística como con el tratamiento didáctico, y en menor medida la integración de la tecnología, dependiendo del rol del que responde, y apuntando a que la aportación de las propuestas STEM se garantiza cuando existe una integración equilibrada, sin que una dimensión predomine sobre otras (Cheng & So, 2020).

Por tanto, las mismas tecnologías digitales que nos rodean en nuestro día a día y son responsables de la “desensibilización ante los contenidos audiovisuales” pueden y deben ser utilizadas para, mediante una adecuada combinación de técnica y didáctica, lograr crear nuevos contenidos que sean empleados para lograr procesos de aprendizaje adecuados a la realidad social y cultural actual, marcada por la dependencia generalizada del uso de las tecnologías digitales y los dispositivos de visualización de datos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agathangelou, S.A., Charalambous, C.Y. Is content knowledge pre-requisite of pedagogical content knowledge? An empirical investigation. *J Math Teacher Educ*, 24, 431–458. <https://doi.org/10.1007/s10857-020-09466-0>
- Brown, M. McCormack, M. Reeves, J., Brooks, D.C. & Grajek, S (2020). *EDUCAUSE horizon report. Teaching and learning edition*. <https://library.educause.edu>
- Buchner, J., Buntins, K., & Kerres, M. (2022). The impact of augmented reality on cognitive load and performance: A systematic review. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(1), 285-303. <https://doi.org/10.1111/jcal.12617>
- Chao, T., Chen, J., Star, J.R. *et al.* Using Digital Resources for Motivation and Engagement in Learning Mathematics: Reflections from Teachers and Students. *Digit Exp Math Educ* 2: 253–277. <https://doi.org/10.1007/s40751-016-0024-6>

- Cheng, Y. C., & So, W. W. M. (2020). Managing STEM learning: A typology and four models of integration. *International Journal of Educational Management*, 34(6), 1063-1078. <https://doi.org/10.1108/IJEM-01-2020-0035>
- Eilam, B.& Gilbert, J.K. (2014). *The significance of visual representations in the teaching of science*. In: Science teachers' use of visual representations (pp. 3-28). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-06526-7_1
- Kelly, C, Jordan, A. & Roberts, C. (2001). Finding the Science in Art. *Journal of College Science Teaching*, 31(3), 162-166
- Khan, T., Johnston, K. y Ophoff, J. (2019). The Impact of an Augmented Reality Application on Learning Motivation of Students. *Advances in Human-Computer Interaction*. 1-14. 10.1155/2019/7208494
- Marienko, M., Nosenko, Y., & Shyshkina, M. (2020). Personalization of learning using adaptive technologies and augmented reality. *arXiv preprint arXiv:2011.05802*
- NGSS, 2014. Cross-cutting concepts. <https://ngss.nsta.org/crosscuttingconceptsfull.aspx>
- Papacosta, P., & Hanson A. (1998). Artistic expressions in science and mathematics. *Journal of College Science Teaching* 27: 250-252
- Plonczak, I. & Goetz, S. (2015), Understanding the Art in Science and the Science in Art through Crosscutting Concepts. *Science Scope*: 57-63
- Popper F. (2007). *From Technological to Virtual Art*, Leonardo Books, MIT Press.
- Southgate, E. (2020). *Virtual reality in curriculum and pedagogy*. Routledge.
- Tolentino, L., Birchfield, D., Megowan-Romanowicz, C., Johnson-Glenberg, M., Kelliher, A. & Martinez, C. (2009). Teaching and learning in the Mixed-Reality science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 18(6), 501 – 517. <https://doi.org/10.1007/s10956-009-9166-2>
- Jiménez Valverde, G. & Llitjós Viza, A. (2006). Recursos didácticos audiovisuales en la enseñanza de la química. Una perspectiva histórica. *Educación química*, 17(2), 158-163.
- Yuan, M., Recker, M. Does audience matter? Comparing teachers' and non-teachers' application and perception of quality rubrics for evaluating *Open Educational Resources*. *Education Tech Research*, 67, 39–61. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9605-y>

Agradecimientos: este trabajo ha sido financiado por el Dpto. de Universidad, Innovación y Transformación Digital del Gobierno de Navarra (PC 173-174 VISUAL TECH 4.0).

EVALUACIÓN DE REALIDAD EXTENDIDA EN CONTEXTOS DE FORMACIÓN (MEREVIA Y REFODIGE)

Lucía Amorós-Poveda

lucia.amorospoveda@unir.net <https://orcid.org/0000-0001-8207-9864>

Universidad Internacional de La Rioja - UNIR (España)

Jeanette Chaljub-Hasbún

jeanette.chaljub@intec.edu.do <https://orcid.org/0000-0001-6894-4719>

Instituto Tecnológico de Santo Domingo -INTEC (República Dominicana)

Jacqueline Vega

jacqueline.vega@intec.edu.do <https://orcid.org/0009-0009-1039-2865>

Instituto Tecnológico de Santo Domingo -INTEC (República Dominicana)

RESUMEN

La evaluación de medios, heredada del siglo pasado, toma protagonismo en nuestros días ante los avances en la tecnología basada en realidad aumentada y/o virtual. La realidad extendida (RE) en entornos de formación asume una carga cognitiva, semántica y contextual, que por digital e inmersiva, merece ser atendida. Desde el enfoque propio de la investigación evaluativa, y en la línea natural de la evaluación evolutiva, se establece como objetivo general analizar acciones vinculadas al uso de la RE. Para ello se sistematiza el procedimiento de evaluación en tres pasos: Atender a la proyección realizada por expertos (paso 1), explorar materiales con RE y sus dispositivos (paso 2) e indagar en herramientas de evaluación (paso 3). Los resultados obtenidos llevan a dos aportaciones. Por un lado, se detecta una estructura paralela dentro de los proyectos MEREVIA y REFODIJE útil a la hora de identificar acciones y procesos de investigación y formación docente cuyo núcleo es el aprendizaje estudiantil. Por otro lado, florecen herramientas de evaluación ante situaciones de aprendizaje que, por mediadas, resultan nuevas. Finalmente se discute aportando ejemplos de

materiales en RE que llevan a subrayar la importancia de la evaluación de medios ante las características subyacentes propias de la RE. Se concluye asumiendo la importancia de una educación para Todos y la necesidad de formación de profesorado en aras del cuarto ODS (Objetivo de Desarrollo Sostenible).

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación de medios en ambientes de aprendizaje viene heredada de los años setenta del siglo pasado. Los estudios analíticos y sistémicos llevados a cabo concluían que el currículum es el espacio donde los medios adquieren sentido. Desde aquí, a la hora de evaluar recursos didácticos, Cabero (1992, p. 25-40) sintetizó tres premisas centradas en el procesamiento activo, la complejidad y el aprendizaje mediado:

- A. Procesamiento activo / alumnado - actitudes: la información mediada por un recurso didáctico se procesa activamente por el alumno siendo igualmente importante lo que él hace con el medio que lo que el medio hace con él. Desde aquí se concluye que las actitudes hacia el medio determinan el aprendizaje
- B. Complejidad / currículum - medios: la complejidad del espacio de enseñanza-aprendizaje va más allá del medio como componente aislado del currículo (objetivos por competencias, metodología, evaluación, contenidos y apoyos). De aquí se concluye que la comparación de medios debe abandonarse por falta de isomorfismo.
- C. Aprendizaje / contexto - dimensiones: el aprendizaje mediado no se da en el vacío, sino que forma parte de un contexto social de interacción. De este modo, el contexto se ve condicionado y a la vez condiciona tanto el uso como el impacto del medio. Desde aquí se concluye que la dimensión instrumental queda obligada a emparentar con la didáctica asumiendo múltiples dimensiones. Por ejemplo, ante el uso del medio para determinar su impacto en el aprendizaje conviene atender a estructuras del mensaje (su diseño), bases científicas y socioculturales del medio, metodología docente, evaluación del aprendizaje y apoyos requeridos según las necesidades.

Hasta la fecha los análisis sobre los medios no han dejado de cesar en paralelo al reconocimiento de la complejidad imbricada en los procesos docentes. No obstante, en la evaluación de la realidad extendida, también denominada realidad mixta (RE de aquí en adelante), aparecen nuevos retos. En entornos de formación, la carga cognitiva, semántica y contextual, por digital e inmersiva, merece ser atendida. Asumiendo dicha complejidad con un matiz orientado al liderazgo educativo se rescata la educación de la tecnología (Fullan, 2019, pp. 53-58), enfocando las tecnologías desde la pedagogía (Prendes, et al., 2021) e incidiendo en procesos evaluativos y herramientas psico-didácticas (Amorós, 2019; Akçayir et al., 2016; Cabero et al., 2017).

2. MÉTODO

La investigación evaluativa, también conocida como evaluación, se plantea en aras de analizar el uso de RE en procesos de enseñanza-aprendizaje. La finalidad última se dirige a valorar y mejorar las políticas y acciones en tanto que mecanismo estratégico de cambio social justo y equitativo (Escudero, 2016, pp. 2-4). El enfoque propio de la investigación evaluativa asume un carácter mixto, planteando la evaluación de medios en tres pasos:

PASO 1: Sintetizar la proyección llevada a cabo por expertos (proyectos MEREVIA y REFODIGE).

PASO 2: Explorar recursos en RE y sus dispositivos.

PASO 3: Indagar en herramientas de evaluación acorde a la complejidad de los procesos.

Para ello se recurre a técnicas narrativas centradas en el análisis documental por conveniencia, la exploración y la observación no sistemática. Desde el análisis documental se recurre a dos páginas web (proyectos MEREVIA y REFODIGE), la práctica con tres dispositivos (BlueBee WR Box, Oculus Quest 1 y Quest 3 de Meta) y tres materiales, que son, “Científicas en el Callejero de Sevilla vistas con Realidad Virtual” del proyecto MEREVIA, “Huracanes” y “Laboratorio de Física” del proyecto REFODIGE.

Cabe recordar con Santos (1993), que en el ámbito de la evaluación educativa la dirección atiende a todos y a todo por su incidencia dentro del proceso educativo. El protagonismo recae en quienes intervienen en la actividad educativa y la finalidad de la evaluación recae en la mejora de la práctica ayudando a quienes la realizan. El modo de llevar a cabo la evaluación debe respetar a las personas y mantener las reglas del ideal democrático. Pérez Gómez (1983, pp. 426-49) apunta que la evaluación, situada en la esfera de los valores, atiende tanto a características observables como a los efectos previstos a corto y a largo plazo. En última instancia, la evaluación trata de comprender la complejidad de los productos de aprendizaje ya sean éstos explícitos, ya se encuentren ocultos. Por su parte, desde un planteamiento natural de la evaluación, Urban et al. (2014) adoptan el término de *evaluación evolutiva* incidiendo en la importancia del proceso a la hora de tomar decisiones. Además, se consideran mejores resultados cuando la evaluación atiende a un conjunto de programas -filogénesis- en lugar de hacerlo solo con uno -ontogénesis- y desde aquí asumir el error, cuando existe, como una manera más de aprender (p. 131).

3. RESULTADOS

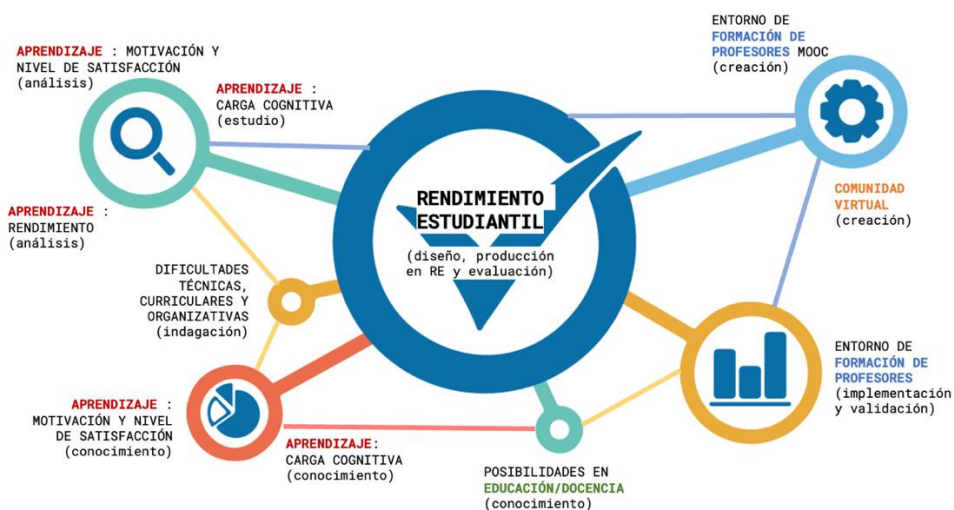
Atendiendo al objetivo general centrado en el análisis de la RE, los tres pasos planteados llevan a dos resultados. En primer lugar, se advierte la existencia de una estructura bastante similar entre dos proyectos de impacto nacional (MEREVIA en España y REFODIGE en República Dominicana). Este hallazgo resulta útil a la hora de identificar acciones y procesos de investigación y de formación docente tomando como foco central el aprendizaje del estudiantado. En segundo lugar, durante el proceso florecen herramientas de evaluación que permiten afrontar la complejidad de los procesos. En otras palabras, ante situaciones de aprendizaje distintas, se evidencia la necesidad de recoger herramientas de evaluación que aborden un planteamiento multidimensional propio de los entornos de enseñanza-aprendizaje.

3.1. Proyectos multidimensionales

En España, el proyecto MEREVIA (<https://merevia.es/>) responde al acrónimo “El Metaverso: la Realidad Extendida (Virtual y Aumentada) en la educación superior”. Bajo financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación, MEREVIA incide en el diseño, producción, evaluación y formación de, y en, programas de RE. A través de once objetivos focalizados en la enseñanza universitaria, el centro de interés incide en el rendimiento estudiantil bajo el diseño y la producción de contenidos. En última instancia, el sentido de MEREVIA se deposita en el aprendizaje del estudiantado (motivación, nivel de satisfacción y carga cognitiva) en aras de evaluar su rendimiento ante el uso de RE así como llevar a efecto la formación de profesorado que se precise.

Figura 1

Objetivos de los proyectos MEREVIA (2023) / REFOGIGE (2024), adaptado de <https://merevia.es/objetivos> y <https://refodige.intec.edu.do/objetivos>



Fuente: Elaboración propia.

En paralelo, la República Dominicana desarrolla el Proyecto REFODIGE en el Instituto Tecnológico de Santo Domingo bajo financiación del Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MESCYT, FONDOCYT). REFODIGE responde al acrónimo “Diseño, producción y evaluación de programas de realidad extendida para la formación en el Cambio Climático y Gestión Integral de Riesgos de Desastres” y su web está disponible aquí

<https://refodige.intec.edu.do/>. MEREVIA y REFODIGE coinciden en sus objetivos (Figura 1) si bien el segundo atiende a un contenido específico de las ciencias de la naturaleza y orienta hacia el Laboratorio de Física.

Siguiendo la Figura 1, cabe reconocer que la población en MEREVIA atiende a la comunidad universitaria, mientras que REFODIGE enfoca a docentes y estudiantado de pregrado del INTEC y de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU). Para hacerlo, REFODIGE vincula asignatura del área de Medio Ambiente con vistas a la promoción transversal entre carreras profesionales. Desde aquí, se analizan las posibilidades didácticas de los contenidos a impartir incidiendo en los procesos didácticos.

Por una parte, del análisis de los once objetivos en ambos proyectos se advierten tres tópicos generalistas junto a un cuarto transversal. El objetivo transversal queda vinculado a la creación de una comunidad dirigida a profesorado y otros profesionales a quienes preocupa el uso educativo del metaverso en sus modalidades de RE, RV y realidad aumentada (RA). Por otra parte, los tópicos generalistas iluminan el aprendizaje, la formación de profesorado y la educación asumiendo procesos docentes (educación/docencia). Para ello se identifican cuatro acciones dentro del diseño, la producción y la evaluación de programas, que son, (1) la indagación incluyendo el análisis y el estudio, (2) el conocimiento obtenido a través de datos, (3) la creación de contenidos digitales basados en RE, RV y RA y (4) la evaluación asumiendo la implementación y validación de los recursos.

Tomando la síntesis tras el análisis de ambos proyectos, se destaca en MEREVIA la necesidad de orientar la investigación a resolver problemas. Para ello se investiga el diseño, la producción y se atiende a la evaluación de medios, la formación de programas y objetos de aprendizaje en RE y a los entornos inmersivos asociados. El interés responde a qué variables deben recogerse para diseñar y producir RE, qué nivel de satisfacción despierta en su uso y cómo formar al profesorado para utilizarla.

En la misma línea, REFODIGE reconoce como objetivo general analizar las posibilidades de la RE al impartir contenidos específicos sobre cambio climático y gestión de riesgos de desastres naturales. En resumen, se

advierde que en MEREVIA y REFODIGE importa indagar, conocer, crear y evaluar en dirección a responder a cerca del rendimiento estudiantil ante el uso de RE en contextos de formación.

3.2. Evaluación de RE basada en procesos

De la exploración de recursos en RE y la práctica con dispositivos los resultados llevan a la búsqueda de herramientas de evaluación. Los resultados subrayan los trabajos de Akçayir et al. (2016) y el Modelo TAM (Cabero et al., 2017, p. 207) y la puesta en marcha de un cuestionario de expertos *ad hoc* (*Escala de Visibilidad del Objeto* empleada) en REFODIGE junto al protocolo de observación REGICOB 2.

Akçayir et al. (2016) atiende a prácticas de laboratorio de Ciencias atendiendo a los efectos de la RA y la actitud estudiantil. La investigación se llevó a cabo en el Departamento de Ciencias de la Educación, de la Facultad de Educación de la Universidad de Kırıkkale (Turkía), dentro de la asignatura “Laboratorio II Física General”. En la investigación evaluativa se emplearon datos cualitativos y cuantitativos por lo cual el cuestionario se combina con otros elementos de evaluación (examen durante el pre-test y pos-test atendiendo a las calificaciones obtenidas, observación durante los parciales con registro en ficha de seguimiento individualizada y entrevista semiestructurada).

El cuestionario se centra en habilidades en laboratorio con 25 ítems en escala tipo Likert y una escala de actitudes. El proceso asume como procedimiento de fiabilidad la evaluación por dos instructores y calcula un coeficiente kappa de Cohen con las puntuaciones obtenidas. La herramienta de evaluación de la Tabla 1 ejemplifica el guion utilizado en entrevista semiestructurada. Como se advierde en la Tabla 1, el guion dispone de cuatro preguntas, desde las que se pueden identificar cinco descriptores, que son, ventajas de la RA, inconvenientes, mejoras, comparación RA/noRA y uso futuro sí/no.

Tabla 1

Entrevista semi-estructurada para estudiantes con RA, por ítem y descriptor. Adaptado de Akçayır et al. (2016)

Nº	Ítem	Descriptor
1	¿Cuáles son los aspectos positivos y negativos de la tecnología de RA?	Ventajas Inconvenientes
2	¿Cómo puede hacerse más eficaz la tecnología de RA?	Mejora
3	¿Puede comparar su nueva experiencia con sus anteriores aplicaciones de laboratorio (sin RA)?	Comparación RA/no RA
4	¿Quieres seguir utilizando la tecnología RA en los laboratorios de ciencias?	Uso sí/no

Por su parte, la herramienta de recogida de información de Cabero et al. (2017) se basa en el modelo de aceptación tecnológica (TAM) de Davis (1989). Este modelo se fundamentó en investigaciones llevadas a cabo a finales de los 70 por Schultz, Slevin y Robey (citados en Davis, 1989, p. 320).

La herramienta se construye para evaluar contenidos de formación en Medicina con RA. Se trata de un cuestionario con cinco dimensiones que contiene 15 ítems en escala Likert de 7 opciones de respuesta (1 = extremadamente improbable/en desacuerdo hasta 7 = extremadamente probable/de acuerdo). Este cuestionario se administra por Internet, obteniendo su fiabilidad mediante alfa de Cronbach con un valor total de 0,895 y la correlación ítem-total que confirma mantener todos los ítems. En la Tabla 2 se recoge el cuestionario basado en cinco dimensiones considerando la validación atendiendo a las medias y desviaciones típicas de cada ítem (Cabero et al., 2017, pp. 207-08).

El TAM parte de que (a) la persona acepta la tecnología según las creencias que tiene sobre las consecuencias de su uso, y (b) la actitud hacia el uso de un sistema tecnológico se basa en la percepción del usuario. Para ello se asumen dos variables, que son, (b.1) la utilidad percibida y (b. 2) la facilidad de uso. Como se advierte en

Tabla 2

Cuestionario basado en el TAM para RA. Fuente: Cabero et al., 2017, p. 208

Dimensión	Ítem
Utilidad percibida (UP)	E1 uso de este sistema de RA mejorará mi aprendizaje y rendimiento en esta asignatura (UP1)
	E1 uso de1 sistema de RA durante las clases me facilitaría la comprensión de ciertos conceptos (UP2)
	Creo que le sistema de RA es útil cuando se está aprendiendo (UP3)
	Con el uso de 1a RA aumentaría mi rendimiento (UP4)
Facilidad de uso percibida (FUP)	Creo que el sistema de RA es fácil de usar (FUP1)
	Aprender a usar el sistema de Ra no es un problema para mí (FUP2)
	Aprender a usar 1e sistema de RA es claro y comprensible (FUP3)
Disfrute percibido (DP)	Utilizar el sistema de RA es divertido (DP1)
	Disfruté con el uso del sistema de RA (DP2)
	Creo que el sistema de RA permite aprender jugando (DP3)
Actitud hacia el uso (AU)	El uso de un sistema de RA hace que e1 aprendizaje sea más interesante (AU1)
	Me he aburrido utilizando el sistema de RA (AU2)
	Creo que le uso de un sistema de RA en e1 aula es una buenaidea (AU3)
Intención de uso (IU)	Me gustaría utilizar en e1 futuro e1 sistema de RA si tuviera oportunidad (IU 1)
	Me gustaría utilizar e1 sistema de RA para aprender anatomía como otros temas (IU2)

La Tabla 2, la dimensión *utilidad percibida* (UP) se compone de cuatro ítems. Por su parte, las dimensiones *facilidad de uso percibida* (FUP), *disfrute percibido* (DP) y

actitud hacia el uso (AU) dispone de tres cada una. Finalmente, la dimensión *intención de uso* (IU) cuenta con dos cuestiones más. En UP se estudia la percepción del estudiante con respecto a si mejora en la asignatura ante el

uso del recurso (UP1), si facilita comprender la clase (UP2), si es útil (UP3) y si aumenta su rendimiento al utilizar la RA (UP4). Las percepciones estudiantiles también interesan para determinar su usabilidad en base a si resulta sencillo (FUP1), problemático (FUP2) y claro/comprendible (FUP3) así como si disfruta con el recurso (le divierte-DP1, goza-DP2 y aprende jugando-DP3). El modelo de base TAM se centra en las percepciones del usuario respecto a si las tecnologías de la información, incidiendo en el ordenador, son útiles y fáciles de usar.

En REFODIGE se toman como punto de partida los objetivos establecidos en el proyecto (Figura 1) asumiendo en la evaluación de RE con cuatro tópicos (aprendizaje - formación de profesorado - educación/docencia - comunidad de práctica) y cuatro acciones (indagación, conocimiento, creación y evaluación). De esta manera el procedimiento evaluativo considera desde el inicio un carácter multidimensional. La evaluación asume dos fases, que son, (1) la descripción del recurso y (2) la evaluación de expertos. En la fase 1 se atiende al concepto de RE y se identifican sus distintas modalidades dentro del material diseñado. Posteriormente, a través de la comunidad MEREVIA, un tecnólogo educativo externo (mujer, doctora) prueba y describe los recursos.

Para la descripción objetiva, el recurso se comparte con un total de 10 observadores, todos ellos estudiantes del Máster en Docencia Universitaria, de la Universidad Internacional de La Rioja, se explica el protocolo de observación REGICOB (Amorós, 2004) y se adapta a la naturaleza del material dando como resultado REGICOG 2. En la fase 2, desde el Laboratorio de Física del INTEC se construye un cuestionario dando como resultado la *Escala de Visibilidad del Objeto en RA-RV-Representado (SUS)* que se completa a través de Google Docs. Esta herramienta hace posible la evaluación del material por parte de expertos. En la Tabla 4 se recoge la finalidad de la evaluación informando al usuario antes de cumplimentarlo.

Tabla 4

Presentación de la Escala de Visibilidad del Objeto en RA-RV-Representado (SUS)

A continuación, te vamos a realizar una serie de preguntas respecto a la experiencia que has tenido con el objeto en “Realidad Aumentada-Virtual-Mixta” con los materiales educativos que te hemos presentado. No hay respuestas correctas o incorrectas, sólo se refieren a tus preferencias, opiniones y sensaciones. Te agradecemos que contestes con completa sinceridad y que leas tranquilamente lo que te preguntamos, su cumplimentación no te llevará mucho tiempo.

¡Muchas gracias por tu colaboración!

Fuente: REFODIGE

La *Escala de Visibilidad del Objeto* empleada en REFODIGE recoge la evaluación por parte de expertos aplicando una escala tipo Likert, que va de 1 (muy negativo / muy en desacuerdo) a 5 (muy positivo / muy de acuerdo). La herramienta se compone de 10 ítems que inciden en el estudio del rendimiento del alumnado atendiendo al aprendizaje (motivación, nivel de satisfacción y carga cognitiva empleada), la formación de profesorado y la docencia (carga cognitiva). Se procede a la evaluación por parte de expertos aplicando una escala tipo Likert, que va de 1 (muy negativo / muy en desacuerdo) a 5 (muy positivo / muy de acuerdo). La herramienta se compone de diez ítems que inciden en el estudio del rendimiento del alumnado atendiendo al aprendizaje (motivación, nivel de satisfacción y carga cognitiva empleada), la formación de profesorado y la docencia (carga cognitiva).

En la Tabla 5 se describen los ítems que llevan a la evaluación del objeto de aprendizaje en RE. La escala de opinión valora la preferencia del usuario hacia el sistema (ítem 1 y 9), la facilidad de uso por el usuario (ítem 2, 3, 7, 8, 9) y la tecnología del sistema (ítem 4, 5 y 6).

Tabla 5

Ítems de la Escala de Visibilidad del Objeto en RA-RV-Representado (SUS). Estudio del rendimiento estudiantil con contenidos RE por ítem, descripción y objetivo

Nº	Ítem	Descripción	Objetivo
1	Creo que me gustaría utilizar este sistema con frecuencia	Satisfacción – Sistema/ usarlo Gusta	Aprendizaje: Motivación
2	El sistema me pareció innecesariamente complejo	Satisfacción – Usabilidad/ Dificultad innecesaria	Aprendizaje: Nivel de satisfacción
3	Creo que el sistema es fácil de usar	Usabilidad/Facilidad de uso	Aprendizaje: Carga cognitiva
4	Creo que necesitaría ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar este sistema	Formación/necesidad técnica	Formación
5	Encontré que las diversas funciones de este sistema estaban bien integradas	Satisfacción – Sistema/ Integración de funciones	Aprendizaje: Nivel de satisfacción
6	Creo que el sistema es muy inconsistente	Satisfacción – Sistema/ Inconsistencia	Aprendizaje: Carga cognitiva
7	Me imagino que la mayoría de las personas aprenderían a usar este sistema muy rápidamente	Satisfacción – Usabilidad/Facilidad para aprender a usarlo	Docencia: Carga cognitiva
8	Encuentro que el sistema es muy difícil de utilizar	Satisfacción – Usabilidad/ Dificultad de uso	Aprendizaje: Nivel de satisfacción
9	Me sentí muy seguro usando el sistema	Satisfacción – Usabilidad/ Empoderamiento	Aprendizaje: Motivación
10	Necesité aprender muchas cosas antes de empezar con el sistema	Satisfacción – Usabilidad/Dificultad para aprender a usarlo	Docencia: Carga cognitiva

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Cabe discutir que para aportaciones significativas en contextos de formación se precisan proyectos pedagógicos que asuman múltiples

dimensiones e incidan en los procesos docente-discente. En este sentido, MEREVIA y REFODIGE augura resultados óptimos a la hora de conocer cómo se enseña y qué y cómo se aprende. Desde aquí, la investigación evaluativa orientación de estudios pasados como base para iluminar procesos de evaluación de RE obteniendo instrumentos de evaluación adaptados a la RE o de nueva creación. En este trabajo uno de ellos, de carácter cualitativo, es el *Protocolo de observación REGOCOB 2*. El segundo de ellos, de naturaleza cuantitativa, es la *Escala de Visibilidad del Objeto en RA-RV-Representado (SUS)*.

Las aportaciones actuales auguran un paso adelante en la investigación evaluativa de la RE. Algunas ejemplificaciones de lo dicho se advierten en las universidades de Wisconsin-Madison, NYU Abu Dabi y Sussex con el proyecto WU Virtual Brain (<https://lc.cx/buQfT1>) para el aprendizaje de la neuroanatomía con videos en 3D (Schloss et al., 2021), la Universidad del Sur de Australia subrayando la facilidad de uso y el bajo coste de la RE con el empleo del teléfono móvil (Unidad de Innovación, UNISA, 2020), las universidades de Bond y CQ con el proyecto MRRL (The Mixed Reality Research Lab) resolviendo dificultades con software gratuito en RE o el juego AMDRYC4 del proyecto Life (2017-2020) para el cultivo de secano. Por su parte, CloudClass (Programa Horizonte 2020 – Eurostars) evalúa procesos de RE en docencia universitaria con vistas a incidir en la Educación Infantil, Primaria y Secundaria al “teletransportar” al docente a un entorno de RV (realidad virtual, <https://youtu.be/8lfn5OUosvw>). El proyecto atiende a la universalización del aprendizaje, la RE y el ecosistema ubicuo, el flujo múltiple al aprender, el estímulo de la autonomía y la participación en el modelo de aula invertida (Castelló-Mayo, 2023). De CloudClass se destaca la *comunicación audiovirtual*, la usabilidad, la educación a distancia, el bajo coste y la co-creación.

Se concluye que las aportaciones sobre la RE en contextos de Educación Superior existen e interesan. En este punto, no cabe duda de que el metaverso en contextos educativos merece una atención especial ante las potencialidades inmersivas e inclusivas. Sin embargo, el diseño y producción de los contenidos en RE no es sencillo (Kaustar et al., 2021). Además, el aula es un entorno complejo donde los recursos confieren la

función de apoyar dentro de un medio ambiente particular. En este sentido, las investigaciones evaluativas ofrecen resultados contrapuestos. La naturaleza de la evaluación reclama el análisis de los medios centrada en procesos si se quiere atender a una educación para Todos. Por lo mismo, las investigaciones e instrumentos centrados en la RE exigen formación en el profesorado si dentro de las aulas se atiende a la educación para Todos (ODS 4).

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akçayir, M., Akçayir, O, Pektas, H., & Ocak, M. (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342. DOI: 10.1016/j.chb.2015.12.054
- Amorós, L. (2004). Evaluación de hypermedia en la enseñanza. Tesis doctoral. Universidad de Murcia. Inédita.
- Amorós, L. (2019). *Actitudes y conocimientos de entornos digitales. Cuestionario ACMI para contextos socioeducativos*. Dykinson.
- Cabero, J. (1992). Análisis, selección y evaluación de medios audiovisuales didácticos. *Qurriculum: Revista de Teoría, Investigación y Práctica Educativa*, 4, 25-40. <https://lc.cx/qgGPFE>
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., & Obrador, M. (2017). Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la medicina. *Educación Médica*, 18(3), 203-208. DOI: 10.1016/j.edumed.2016.06.015
- Castelló-Mayo, E. (2023). CloudClass: comunicación audiovirtual y futuro del aprendizaje [CloudClass: audiovirtual communication and the future of learning]. *Infonomy*, 1, e23005. <https://doi.org/10.3145/infonomy.23.005>
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Escudero, T. (2016). La investigación evaluativa en el Siglo XXI: Un instrumento para el desarrollo educativo y social cada vez más relevante. *RELIEVE*, 22 (1), art. 4. DOI: 10.7203/relieve.22.1.816

- Fullan, M. (2019). *El matiz. Por qué unos líderes triunfan y otros fracasan*. Morata.
- Kautsar, IA, Damardono, A, & Suryawinata, M. (2021). *Mixed reality updatable content for learning supportive tools*. The 5th Annual Applied Science and Engineering Conference (AASEC 2020). Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing. Doi:10.1088/1757-899X/1098/5/052113
- Prendes, M. P., Solano, I. M., & Sánchez-Vera, M. M. (Coords.). (2012). *Tecnologías y pedagogía para la enseñanza STEM*. Pirámide.
- Pérez Gómez, A. I. (1985) [1983]. Modelos contemporáneos de evaluación. En J. Gimeno, & A. Pérez Gómez, *La enseñanza: su teoría y su práctica* (pp. 426-449). (2a ed.). Akal/ Universitaria.
- Santos, M. A. (1993). *La evaluación: un proceso de diálogo, comprensión y mejora*. Aljibe.
- Schloss, K. B., Schoenlein, M. A., Tredinnick, R., Smith, S., Miller, N., Racey, C., Castro, C., y Rokers, B. (2021). The UW Virtual Brain Project: An immersive approach to teaching functional neuroanatomy. *Translational Issues in Psychological Science*, 7(3), 297-314. DOI: 10.1037/tps0000281
- University of South Australia. (UNISA). (2020). Online Teaching and Learning Guides. Using Mixed Reality (MR) in Online Learning. Adelaide: Teaching Innovation Unit – UNISA. <https://lc.cx/Cjsbcf>
- Urban, J. B., Hargreaves, M., & Trochim, W. M. (2014). Evolutionary Evaluation: Implications for evaluators, researchers, practitioners, funders and the evidence-based program mandate. *Evaluation and Program Planning*, 45, 127-139. DOI: 10.1016/j.evalprogplan.2014.03.011

Este trabajo ha sido posible gracias a las orientaciones de la comunidad MEREVIA (Plan Estatal 2021-2023, ref. PID2022-1364300B-I00, del Ministerio de Ciencia e Innovación de España) y el proyecto REFODIGE, financiado por el Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MESCYT) de la República Dominicana a través del Fondo Nacional de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDOCYT).

LA EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA EDUCATIVA A TRAVÉS DE LOS CHATBOTS Y EL MICROLEARNING

Arturo Fuentes Cabrera

afuentes@ugr.es <https://orcid.org/0000-0003-1970-4895>

Universidad de Granada (España)

Natalia Moreno Palma

nmoreno@ugr.es <https://orcid.org/0000-0002-3393-6660>

Universidad de Granada (España)

Carmen Rodríguez Jiménez

carmenrj@ugr.es <https://orcid.org/0000-0001-8623-8316>

Universidad de Granada (España)

Jesús Palenzuela Bautista

jesuspb@correo.ugr.es <https://orcid.org/0009-0007-0227-766X>

Universidad de Granada (España)

RESUMEN

El presente trabajo hace referencia a cómo herramientas tales como chatbots y estrategias pedagógicas como el microlearning están revolucionando el ámbito educativo. Los chatbots, como asistentes virtuales, facilitan el aprendizaje personalizado e interactivo, guiando a los estudiantes en tiempo real y respondiendo a sus necesidades. Por otro lado, el microlearning ofrece contenidos breves y específicos, optimizando la adquisición de conocimientos de manera rápida y eficiente. A través de esta revisión bibliográfica, se pretende visibilizar cómo estas tecnologías están transformando el proceso educativo, haciéndolo más accesible, flexible y adaptado a las necesidades individuales, marcando una nueva era en la enseñanza. Por otro lado, se muestran las aplicaciones reales que estos

elementos tienen en el contexto educativo y, por ende, los desafíos o retos que pueden conllevar estos procesos. Los resultados que se presentan en la literatura científica sobre esta temática muestran cómo estas tecnologías están moldeando un entorno de aprendizaje que se adapta a las necesidades individuales, fomentando un aprendizaje más continuo, interactivo y dinámico. Además, representan un cambio significativo hacia la digitalización y automatización del sistema educativo, que está evolucionando para enfrentar los desafíos, no solo del presente, si no del futuro.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Evolución de la educación digital

La evolución de la educación digital ha transformado profundamente la manera en que se enseña y aprende. A medida que las tecnologías avanzan, surgen nuevas oportunidades para personalizar el aprendizaje y hacerlo más accesible y efectivo. En este contexto, el microlearning y los chatbots se han consolidado como herramientas clave para facilitar un aprendizaje más dinámico, adaptativo y eficiente. El auge de la educación digital se ha acelerado especialmente en las últimas dos décadas, y más aún con la irrupción de la pandemia del COVID-19, que forzó la migración masiva de millones de estudiantes a plataformas digitales. Esta tendencia ha resaltado la importancia de las tecnologías educativas como elementos transformadores del proceso de enseñanza- aprendizaje. Así pues, las tecnologías de la información y comunicación (TIC) se han convertido en protagonistas de un nuevo paradigma educativo, donde la interacción digital es la base para el desarrollo de competencias del siglo XXI (Franco et al., 2024).

Asimismo, la evolución del concepto de aprendizaje digital ha pasado de ser un complemento de la enseñanza presencial a convertirse en una modalidad educativa plenamente autónoma y altamente valorada. La educación digital no solo debe ser vista como una opción en tiempos de emergencia, sino como un espacio de innovación continua que permite la adaptación a los estilos de vida y necesidades de los estudiantes actuales ya que conforma una realidad más del desarrollo humano (Panza et al., 2023).

1.2. La necesidad de innovación en los métodos de enseñanza

La sociedad contemporánea se caracteriza por su constante evolución, impulsada por el rápido avance tecnológico y los cambios en los entornos laborales y sociales. En este contexto, los métodos tradicionales de enseñanza se han quedado obsoletos frente a las nuevas demandas de los estudiantes y del mercado laboral. Por ello, la innovación en los métodos de enseñanza no es solo deseable, sino una necesidad urgente para garantizar una educación de calidad, adaptada a las competencias del siglo XXI. Efectivamente, la enseñanza ya no puede concebirse como un proceso unidireccional, en el que el docente imparte contenidos de manera rígida, sino que debe transformarse en una experiencia dinámica, interactiva y centrada en el estudiante. Este cambio de paradigma educativo tiene sus raíces en la necesidad de preparar a los estudiantes para afrontar un mundo cambiante, donde el conocimiento se actualiza constantemente y la capacidad de adaptación es esencial (Real et al., 2020).

Una de las principales áreas de innovación es la integración de la tecnología en los métodos de enseñanza, lo que ha permitido el desarrollo de nuevas herramientas pedagógicas como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje colaborativo en entornos virtuales y, más recientemente, el microlearning y el uso de chatbots educativos. Estos enfoques tienen en común su capacidad para generar un entorno de aprendizaje más flexible y personalizado, facilitando que los estudiantes aprendan a su propio ritmo y según sus propias necesidades (Galván-Cardoso & Siado-Ramos, 2022).

La tecnología en la educación no solo es una herramienta, sino un medio que permite repensar el diseño curricular, diversificar las estrategias didácticas y atender mejor a la diversidad del alumnado. Además, la innovación en los métodos de enseñanza tiene un impacto directo en la motivación y el compromiso de los estudiantes. Los modelos educativos que fomentan la interacción, el uso de recursos digitales y la participación activa en la construcción del conocimiento, como el aula invertida, han demostrado ser más eficaces que los métodos tradicionales. Los estudiantes de hoy requieren experiencias de aprendizaje que les permitan

ser protagonistas de su propio proceso formativo, y no simples receptores pasivos de información (Pozo et al., 2020).

2. MICROLEARNING: APRENDIZAJE EN PEQUEÑAS DOSIS

El microlearning se define como una estrategia pedagógica que facilita el aprendizaje a través de unidades de aprendizaje pequeñas y bien planificadas, así como actividades de aprendizaje a corto plazo (Senadheera et al., 2024). Cada unidad de microlearning, conocida como “objeto de aprendizaje”, está diseñada para lograr un objetivo específico de aprendizaje y puede adoptar diversas formas como textos breves, infografías, presentaciones, vídeos o podcast, etc., (Alias y Abdul Razak, 2023).

Las aplicaciones del microlearning varían desde el desarrollo profesional hasta la educación formal y la capacitación corporativa (Fiúza Fialho et al., 2024). En el ámbito educativo, se utiliza para complementar la enseñanza tradicional, ofreciendo al estudiantado oportunidades de revisión y refuerzo a las que pueden acceder según su conveniencia (Sankaranarayanan et al., 2023). Por otro lado, en el contexto corporativo, el microlearning sirve como una herramienta para la capacitación rápida y eficiente de empleados, facilitando el aprendizaje sin interrumpir significativamente las actividades laborales regulares, siendo una herramienta valiosa en campos que requieren actualización continua de habilidades, como la tecnología de la información, la salud y la gestión empresarial (Taylor y Hung, 2022).

Este enfoque pedagógico se distingue por su estructura modular, donde el contenido educativo se divide en unidades pequeñas y concisas. Este método facilita la gestión de la carga cognitiva del aprendiz, mejorando la retención y comprensión de la información (Betancur-Chicué y García-Valcárcel Muñoz-Repiso, 2023). Las sesiones de microlearning generalmente no superan los 15 minutos, lo que responde a la capacidad de atención limitada del estudiantado moderno permitiendo una mayor concentración en el material presentado (Senadheera et al., 2024).

De igual forma, los contenidos están diseñados para ser absorbidos en un solo vistazo o escucha, lo que resulta útil para el aprendizaje en movimiento

o en situaciones donde el tiempo es un factor limitante (Sankaranarayanan et al., 2023). La brevedad de las sesiones de microlearning permite a los discentes revisar los contenidos varias veces sin invertir mucho tiempo, lo que favorece la consolidación de la información en la memoria a largo plazo, ya que la revisión frecuente de material breve refuerza el aprendizaje y ayuda a retener mejor los conocimientos adquiridos (Alias y Abdul Razak, 2023).

Además, al limitar la cantidad de información presentada en cada sesión, el microlearning contribuye a evitar la sobrecarga cognitiva y permite al estudiantado enfocarse completamente en una sola habilidad o concepto a la vez, facilitando un aprendizaje profundo sin distracciones (Bojorquez Robles y Curisinche Rojas, 2024).

Una de las principales características del microlearning es su efectividad para ofrecer conocimiento justo en el momento en que se necesita, conocido como aprendizaje just-in-time. Esta característica es especialmente útil en situaciones donde se requiere una aplicación inmediata de habilidades o información, como en entornos médicos, técnicos o de atención al cliente (Taylor y Hung, 2022). Por ejemplo, un médico puede consultar rápidamente una guía sobre un procedimiento antes de realizarlo, o un técnico puede acceder a instrucciones específicas para resolver un problema urgente. Este acceso inmediato a unidades de aprendizaje concisas facilita la resolución eficiente de tareas y problemas en tiempo real. Además, el microlearning se basa en los principios de la heurística, que es el estudio del autoaprendizaje o aprendizaje autodirigido. Este enfoque promueve que los aprendices asuman la responsabilidad de su propio proceso educativo, eligiendo qué, cómo y cuándo aprender según sus necesidades e intereses (Bojorquez Robles y Curisinche Rojas, 2024).

Asimismo, este método se caracteriza por su flexibilidad para adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje, ofreciendo personalización según las necesidades del alumnado. De esta manera, cada estudiante puede seleccionar el material que considere necesario, deseable y relevante para sus objetivos de aprendizaje (Betancur-Chicué y García-Valcárcel Muñoz-

Repiso, 2023). Al ofrecer contenidos breves y flexibles a través de diversas plataformas digitales, el microlearning ofrece un acceso flexible al contenido en términos de espacio y tiempo, favoreciendo la autodirección del aprendizaje y facilitando la integración del estudio en rutinas diarias (Moore et al., 2024).

Añadido a esto, con la integración de tecnologías modernas, el microlearning ofrece una experiencia de aprendizaje más personalizada y adaptada a cada estudiante. Las plataformas educativas pueden utilizar algoritmos y sistemas de inteligencia artificial que analizan las interacciones del usuario con el contenido, su ritmo de aprendizaje y sus áreas de interés o dificultad. Esto permite ajustar el material de estudio según las necesidades específicas de cada individuo, proporcionando recursos adicionales, ejercicios prácticos o enfoques alternativos cuando sea necesario (Zheng, 2021). Por ejemplo, si un estudiante muestra dificultades en un tema particular, el sistema puede ofrecerle explicaciones más detalladas o actividades suplementarias para reforzar su comprensión.

Además, la incorporación de elementos interactivos, como cuestionarios en tiempo real, simulaciones y actividades multimedia, hace que el aprendizaje sea más dinámico y participativo. Es más, metodologías como la gamificación, aumentan la motivación y el compromiso del estudiante, pues, al transformar el proceso educativo en una experiencia más atractiva y lúdica, se fomenta una mayor implicación y se incentiva al estudiante a alcanzar sus objetivos de aprendizaje de manera más efectiva (Taylor y Hung, 2022).

Asimismo, las plataformas que permiten la interacción y la creación de contenido por parte del usuario fomentan un entorno de aprendizaje colaborativo. Los estudiantes pueden compartir conocimientos, recursos y experiencias entre sí, enriqueciendo el proceso educativo a través del intercambio y la colaboración. Esta interacción no solo amplía la comprensión de los temas tratados, sino que también fortalece las habilidades de comunicación y trabajo en equipo, creando una comunidad de aprendizaje más dinámica y participativa (Garshasbi et al., 2021).

No obstante, a pesar de sus muchas ventajas, el microlearning no está exento de críticas y limitaciones. Se trata de una herramienta menos adecuada para conceptos complejos que requieren un entendimiento profundo y conectado, donde los métodos de enseñanza más tradicionales pueden ser más efectivos (Garshasbi et al., 2021). Además, existe el riesgo de fragmentación del conocimiento, donde los aprendices pueden adquirir piezas de información sin integrarlas completamente en un marco de conocimiento adecuado (Betancur-Chicué y García- Valcárcel Muñoz-Repiso, 2023).

3. CHATBOTS EDUCATIVOS: INTERACCIÓN Y PERSONALIZACIÓN

Un chatbot es una herramienta de software que combina inteligencia artificial y procesamiento del lenguaje natural para interactuar con humanos mediante conversaciones de texto o voz. Estos programas, diseñados para simular interacciones humanas, permiten comprender las entradas del usuario y proporcionar respuestas adecuadas (Okonkwo y Ade-Ibijola, 2021).

Los chatbots pueden ser simples como sistemas basados en reglas que responden preguntas frecuentes mediante respuestas predefinidas, o complejos como los que utilizan aprendizaje automático para adaptarse y responder a preguntas más complejas de manera más natural y personalizada (Chen et al., 2020).

En el contexto educativo, los chatbots ofrecen un amplio rango de aplicaciones tanto para estudiantado como para profesorado. En concreto, para los discentes, actúan como tutores virtuales proporcionando explicaciones personalizadas y guiando el estudio autónomo. Pueden administrar quizzes o pruebas para reforzar conocimientos, además de ayudar en la organización del tiempo y manejo de calendarios académicos. En cambio, para los docentes, los chatbots son herramientas útiles en la automatización de tareas administrativas, como la gestión de entregas y la organización de horarios. También pueden analizar el rendimiento estudiantil y sugerir recursos educativos pertinentes, facilitando así una enseñanza más adaptada y eficiente (Wollny et al., 2021).

En línea con los posibles usos de estas herramientas, los chatbots en el ámbito educativo se pueden clasificar en dos categorías principales: orientados al servicio y orientados a la enseñanza. Los primeros, como Lola, Dina, LTKABot o FITEBot, entre otros, se enfocan en tareas administrativas y de soporte en instituciones educativas, mientras que los segundos, como AutoTutor, ScratchThAI, NDLtutor o Jill Watson, entre otros, actúan como agentes educativos involucrados directamente en procesos de enseñanza y aprendizaje (Quiroga Pérez et al., 2020).

Los chatbots orientados a la enseñanza ofrecen funcionalidades que mejoran las experiencias de aprendizaje, tales como la posibilidad de resolver dudas en cualquier momento, sin depender de la disponibilidad de profesores o tutores, ayudando a continuar con un estudio sin interrupciones (Chen et al., 2020).

Asimismo, pueden ser útiles para el aprendizaje de idiomas donde pueden funcionar como compañeros de conversación permitiendo a los estudiantes practicar en un contexto controlado y sin presión, evaluando la pronunciación o la gramática en tiempo real, ofreciendo correcciones y sugerencias (Hwang y Chang, 2023).

Además, estas herramientas pueden analizar las respuestas de los estudiantes en actividades y pruebas, ofreciendo retroalimentación instantánea y personalizada. Es decir, ayudan a entender mejor los errores y las áreas que requieren mejoras (Chen et al., 2020).

Igualmente, los chatbots pueden ayudar a los estudiantes a organizar sus horarios de estudio y recordar fechas importantes, como exámenes, entregas de trabajos y citas con tutores. Por ejemplo, un chatbot puede enviar recordatorios sobre una tarea próxima y ofrecer consejos sobre cómo gestionar el tiempo o prepararse para un examen (Okonkwo y Ade-Ibijola, 2021).

Agregado a lo anterior, los chatbots promueven la educación inclusiva y el aprendizaje adaptativo. En entornos de aprendizaje personalizado, pueden guiar a los estudiantes a través de un currículo que se ajuste a su velocidad y estilo de aprendizaje. Esto se logra mediante la recopilación de datos sobre su desempeño y preferencias, adaptando el material didáctico para

desafiar sus habilidades sin abrumarles. Además, ofrecen soporte para aprendizaje a distancia, lo que ayuda a incrementar la motivación y el compromiso del estudiantado con el material educativo (Zobel et al., 2023).

Adicionalmente, un ámbito en el que los chatbots pueden ser beneficiosos es el del soporte emocional y la motivación. Algunos chatbots están diseñados para detectar señales de frustración o desánimo en el texto de los estudiantes y pueden ofrecer palabras de ánimo o sugerir tomar un descanso. Esto puede ser especialmente útil en entornos de aprendizaje en línea donde los estudiantes pueden sentirse aislados (Meng y Dai, 2021).

Finalmente, de forma general, se puede concluir que este tipo de herramienta puede beneficiar el proceso de enseñanza-aprendizaje pues, al ser aplicados mediante tecnologías de inteligencia artificial y aprendizaje automático, permiten la personalización y la adaptabilidad en el proceso educativo que tradicionalmente sería difícil de alcanzar. Esto sugiere que los chatbots tienen el potencial de convertirse en asistentes de enseñanza inteligentes en el futuro, proporcionando apoyo no solo para actividades en el aula, sino también como herramientas de consulta personal (Zobel et al., 2023).

Sin embargo, la implementación de chatbots enfrenta desafíos varios, como limitaciones técnicas, frustración del usuario, consideraciones éticas, y problemas de accesibilidad (Okonkwo y Ade-Ibijola, 2021). Además, la complejidad en el entrenamiento y el mantenimiento constante son relevantes para garantizar la actualidad y precisión de la información proporcionada (Huang et al., 2020). Estos aspectos subrayan la necesidad de un enfoque cuidadoso y bien planificado para su integración en los entornos educativos (Quiroga Pérez et al., 2020).

4. SINERGIA ENTRE MICROLEARNING Y CHATBOTS

4.1. Cómo se complementan estas tecnologías

El microlearning, que consiste en la enseñanza a través de pequeñas unidades de contenido, es ideal para la sociedad moderna, donde la atención y el tiempo disponible son limitados. Al proporcionar información en dosis breves y concisas, el microlearning facilita la retención de conocimientos y mejora la accesibilidad, permitiendo a los estudiantes

aprender en cualquier momento y lugar (Barradas-Gudiño, 2020). Por su parte, los chatbots, como asistentes virtuales impulsados por inteligencia artificial, complementan esta metodología ofreciendo interacción personalizada, soporte constante y retroalimentación inmediata. El microlearning proporciona fragmentos de contenido fácilmente digeribles, mientras que los chatbots actúan como facilitadores del aprendizaje, guiando al estudiante a través de ese contenido de manera adaptativa. Los chatbots pueden ajustar el ritmo del aprendizaje en función de las respuestas del alumno, generar recordatorios y proponer actividades complementarias, haciendo que el proceso educativo sea más fluido y menos dependiente de la intervención constante de un profesor humano (Auqui, 2021).

Ambos enfoques promueven el aprendizaje en pequeñas dosis durante periodos de tiempo más prolongados, lo que es ideal para fomentar la consistencia y el hábito de estudio continuo. Así, los estudiantes pueden acceder al contenido educativo de manera flexible y con apoyo instantáneo, lo que aumenta significativamente la eficiencia y eficacia del proceso educativo (Yin, 2021).

4.2. Ejemplos de implementación en plataformas de aprendizaje

Numerosas plataformas de aprendizaje han comenzado a implementar la sinergia entre microlearning y chatbots para mejorar la experiencia educativa. Un ejemplo destacado es Duolingo, una plataforma para el aprendizaje de idiomas que utiliza microlearning en combinación con un chatbot integrado. Los usuarios reciben pequeñas lecciones diarias, mientras el chatbot les permite practicar el idioma de forma conversacional, brindando correcciones y sugerencias en tiempo real. Esta combinación no solo incrementa la retención de vocabulario y gramática, sino que también favorece la interacción activa del usuario, lo que aumenta la motivación (Rodríguez y Valencia, 2020).

Otro caso de éxito es EdApp, una plataforma de microlearning utilizada en el ámbito corporativo. EdApp integra chatbots en su sistema para ofrecer asistencia personalizada, proporcionando recomendaciones de contenido basado en el progreso y necesidades específicas de cada empleado. Esta

integración ha permitido a las empresas mejorar significativamente la formación de su personal mediante el acceso flexible y la personalización continua (Villón-Villodres et al., 2024).

Por último, Moodle, una de las plataformas de gestión de aprendizaje más populares, ha comenzado a experimentar con la incorporación de chatbots para guiar a los estudiantes en sus cursos de microlearning. Los chatbots en Moodle ayudan a los alumnos a navegar por los contenidos, resolver dudas frecuentes y gestionar su tiempo de estudio, haciendo que la experiencia sea más interactiva y autónoma (Rodríguez, 2018).

4.3. Impacto en la personalización y autonomía del estudiante

El impacto de la combinación entre microlearning y chatbots en la personalización y autonomía del estudiante es significativo. En primer lugar, estas tecnologías permiten que los estudiantes reciban contenidos adaptados a sus necesidades individuales, lo que mejora la eficiencia del aprendizaje. Al personalizar el ritmo, la dificultad y la secuencia de las actividades, los estudiantes pueden avanzar a su propio ritmo y repasar los conceptos que no han entendido bien sin sentir la presión de un entorno de aprendizaje grupal (Ferreira et al., 2022).

El microlearning facilita la personalización del contenido en función de las necesidades del estudiante, mientras que los chatbots garantizan una interacción constante y adaptativa, lo que permite un aprendizaje autónomo sin depender de la intervención de un profesor. Esto no solo mejora la experiencia de aprendizaje, sino que también promueve una mayor responsabilidad y autogestión por parte del alumno (Durán & Escudero, 2023). Además, la inmediatez de los chatbots ofrece a los estudiantes la posibilidad de resolver dudas en tiempo real, sin la necesidad de esperar por una respuesta de un docente. Esto reduce los tiempos de inactividad y aumenta la eficiencia del proceso de aprendizaje, al sentirse apoyados constantemente los estudiantes adquieren mayor confianza en su capacidad para aprender de manera autónoma (Segovia-García, 2023).

5. EL FUTURO DE LA EDUCACIÓN: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

5.1. Retos Tecnológicos y Pedagógicos

A pesar de las ventajas que presenta la combinación de microlearning y chatbots, también surgen varios retos tecnológicos y pedagógicos que deben abordarse para garantizar su efectividad.

Desde el punto de vista tecnológico, uno de los mayores desafíos es el desarrollo de plataformas robustas y escalables que puedan soportar una gran cantidad de interacciones simultáneas. La infraestructura tecnológica en muchas instituciones educativas es aún limitada, lo que puede dificultar la implementación generalizada de estas herramientas. Además, la seguridad y privacidad de los datos es un tema crítico, especialmente cuando se trabaja con menores de edad. La protección de la información personal y académica es un aspecto que debe gestionarse con extremo cuidado (Alves, 2020).

En cuanto a los retos pedagógicos, el uso de chatbots y microlearning plantea preguntas sobre cómo estos métodos pueden alinearse con los objetivos educativos tradicionales. Hay quienes cuestionan si el aprendizaje basado en contenidos cortos puede promover un entendimiento profundo de los temas o si fomenta la superficialidad. Además, se debe garantizar que los chatbots estén diseñados de manera que no reemplacen la figura del docente, sino que actúen como un complemento valioso que potencie el proceso de enseñanza (Guerreiro, y Barros, 2019).

5.2. Oportunidades para el Aprendizaje a largo plazo

A pesar de los desafíos, la integración de microlearning y chatbots presenta grandes oportunidades para el aprendizaje a largo plazo. Estos enfoques pueden ayudar a desarrollar hábitos de estudio más consistentes y a fomentar la autonomía del aprendizaje. Al permitir que los estudiantes

aprendan a su propio ritmo y en su propio tiempo, se promueve una experiencia educativa más continua, en la que el aprendizaje no se limita al aula ni a un horario fijo (García, et al., 2021).

Además, el uso de chatbots con capacidades de inteligencia artificial permite el análisis de datos sobre los patrones de aprendizaje de los estudiantes, lo que facilita la personalización de los contenidos. Esto puede ayudar a los educadores a identificar áreas de mejora, ofrecer refuerzos específicos y adaptar los materiales educativos a las necesidades de cada estudiante (Arias-Navarrete, et al., 2020).

En términos de aprendizaje a largo plazo, estas tecnologías pueden ser fundamentales para desarrollar habilidades como el pensamiento crítico y la resolución de problemas, ya que los chatbots pueden presentar escenarios interactivos y prácticos que incentivan a los estudiantes a reflexionar y aplicar lo aprendido. En resumen, la integración de microlearning y chatbots puede transformar no solo cómo aprendemos, sino también cómo enseñamos, ofreciendo un entorno más adaptativo, accesible y centrado en el estudiante.

6. CONCLUSIONES

En definitiva, la evolución de la tecnología educativa mediante el uso de chatbots y microlearning está transformando la manera en que los estudiantes acceden y procesan la información. Los chatbots permiten una interacción continua y personalizada, facilitando el aprendizaje autónomo y guiando a los estudiantes en su propio ritmo. El microlearning, por su parte, ofrece una forma eficaz de asimilar contenidos en pequeñas dosis, optimizando el tiempo de estudio y aumentando la retención del conocimiento.

A pesar de los desafíos tecnológicos y pedagógicos, estas herramientas abren oportunidades significativas para la personalización y el acceso equitativo a la educación, potenciando un aprendizaje a largo plazo más flexible y adaptativo. En conjunto, chatbots y microlearning representan el futuro de la tecnología educativa, ofreciendo soluciones innovadoras para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en entornos digitales.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alias, N. F., & Abdul Razak, R. (2023). Exploring the pedagogical aspects of microlearning in educational settings: A systematic literature review. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 20(2), 267-294.
- Alves, M.M. (2020). *Microaprendizaje: posibilidades y desafíos en la educación corporativa* (tesis doctoral). Pontificia Universidade Católica de São Paulo (Sao Paulo).
- Arias-Navarrete, A. S., Palacios-Pacheco, X. I., & Villegas-Ch, W. (2020). Integración de un chatbot a un LMS como asistente para la gestión del aprendizaje. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E32), 164-175.
- Auqui, J. A. O. (2021). Chatbot del proceso de aprendizaje universitario: Una revisión sistemática. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Alpha Centauri*, 2(2), 29-43. <https://doi.org/10.47422/ac.v2i2.33>
- Barradas-Gudiño, J. (2020). Microlearning como Herramienta de Entrenamiento Tecnológico del Docente Universitario. *Revista Tecnológica- Educativa Docentes 2.0*, 8(2), 28-33. <https://doi.org/10.37843/rted.v8i2.172>
- Betancur-Chicué, V., García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. (2023). Características del diseño de estrategias de microaprendizaje en escenarios educativos: revisión sistemática. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 26(1), 201-222. <https://doi.org/10.5944/ried.26.1.34056>
- Bojorquez Robles, L. P., & Curisínche Rojas, D. H. (2024). Microlearning en redes sociales en la educación superior: una revisión de la literatura. *Revista InveCom*, 5(1), 1-11. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12629626>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review.
- Cruz, E. P. F., Gomes, G. R. R., & Azevedo Filho, E. T. (2022). Microlearning as a new techno-pedagogical approach: A review. *Research, Society and Development*, 11(6), 1-15. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29548>
- Durán Alcalá, M., & Escudero Nahón, A. (2023). Microlearning en el entorno educativo. *IE Revista De Investigación Educativa De La REDIECH*, 14, 1-19. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v14i0.1763
- Fiúza Fialho, L. M., Sabino Neves, V. N., & Silva do Nascimento, K. Á. (2024). The use of microlearning in the educational field: an overview of worldwide scientific production. *EDUTEc. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (88), 7-23. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.88.3123>

- R. J. (2024). Actualización e innovación educativa digital para la enseñanza en el siglo XXI. *Revista Científica Orbis Cognitiona*, 8(1), 168-188. <https://doi.org/10.48204/j.orbis.v8n1.a4611>
- Galván-Cardoso, A. P., & Siado-Ramos, E. (2021). Educación Tradicional: Un modelo de enseñanza centrado en el estudiante. *Cienciamatria*, 7(12), 962-975. <https://doi.org/10.35381/cm.v7i12.457>
- García-Segovia, N. (2023). Percepción y uso de los chatbots entre estudiantes de posgrado online: Un estudio exploratorio. *Revista de investigación en educación*, 21(3), 335-349. <https://doi.org/10.35869/reined.v21i3.4974>
- García, L. S., Zuñiga, J., & Perez-Trejos, L. E. (2021). Las tecnologías e-learning y TIC en el aprendizaje a largo plazo de la anatomía humana en estudiantes del área de la salud: una revisión de la literatura. *International Journal of Morphology*, 39(2), 396-400.
- Garshasbi, S., Yecies, B., & Shen, J. (2021). Microlearning and computer-supported collaborative learning: An agenda towards a comprehensive online learning system. *STEM Education*, 1(4), 225-255.
- Guerreiro, A. y Barros, D.M.V. (2019). Nuevos retos en la educación a distancia: programación y uso de Chatbots. *Espaço Pedagógico*, 26(2), 410-431. <https://doi.org/10.5335/rep.v26i2.8743>
- Huang, M., Zhu, X., & Gao, J. (2020). Challenges in building intelligent open-domain dialog systems. *ACM Transactions on Information Systems*, 38(3), 1-32. <https://doi.org/10.1145/3383123>
- Hwang, G. J., & Chang, C. Y. (2023). A review of opportunities and challenges of chatbots in education. *Interactive Learning Environments*, 31(7), 4099-4112. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1952615>
- Meng, J., & Dai, Y. (2021). Emotional support from AI chatbots: Should a supportive partner self-disclose or not? *Journal of Computer-Mediated Communication*, 26(2021), 207-222. <https://doi.org/10.1093/jcmc/zmab005>
- Moore, R. L., Hwang, W., & Moses, J. D. (2024). A systematic review of mobile-based microlearning in adult learner contexts. *Educational Technology & Society*, 27(1), 137-146. [https://doi.org/10.30191/ETS.202401_27\(1\).SP02](https://doi.org/10.30191/ETS.202401_27(1).SP02)
- Okonkwo, C. W., & Ade-Ibijola, A. (2021). Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2(2021).

- Panza Cajamarca, M. I., Pichazaca Tenesaca, J. R., Patiño Astudillo, M. N., & Guaman Muñoz, C. M. (2023). Las tecnologías del empoderamiento y la participación como alternativa del proceso de aprendizaje-enseñanza. *Sinergia Académica*, 6(3), 31-40. <https://doi.org/10.51736/sa.v6i3.142>
- Pozo Sánchez, J. S., López Belmonte, J., Fuentes Cabrera, A., & López Núñez, J. A. (2020). Factores incidentes en el profesorado para la elección del aprendizaje invertido como referente metodológico. *Educación*, 57(1), 223-240. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1152>
- Quiroga Pérez, J., Daradoumis, T., & Marqués Puig, J. M. (2020). Rediscovering the use of chatbots in education: A systematic literature review. *Computer Applications in Engineering Education*, 1-17.
- Real Martínez, S., Ramírez Fernández, S., Bermúdez Martínez, M., & Pino Rodríguez, A. M^a. (2020). Las metodologías empleadas en la innovación educativa. *Aula de Encuentro*, 22(1), 57-80.
- Rodríguez, M. R. (2018). Aprendizaje con MOODLE. *Revista Multi-Ensayos*, 4(8), 18-25. <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v4i8.9448>
- Rodríguez, S. B., & Valencia, A. R. (2020). Optimización del aprendizaje del inglés en niños de primaria con el uso de Duolingo. *Boletín Redipe*, 9(4), 232-249. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i4.966>
- Sankaranarayanan, R., Leung, J., Abramanka-Lachheb, V., Seo, G., & Lachheb, A. (2023). Microlearning in diverse contexts: A bibliometric analysis. *TechTrends*, 67(2), 260-276. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00794-x>
- Senadheera, V. V., Muthukumarana, C. K., Ediriweera, D. S., & Rupasinghe, T. P. (2023). Impact of microlearning on academic performance of students in higher education: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Multidisciplinary and Translational Research*, 9(1), 10-25. <https://doi.org/10.4038/jmtr.v9i1.2>
- Taylor, A. D., & Hung, W. (2022). The effects of microlearning: A scoping review. *Educational technology research and development*, 70(2), 363-395. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10084-1>
- Villón-Briones, M. J., Estrella, V. A., Bastidas, L. D., & Rodríguez, D. A. (2024). Sumergiéndose en el metatarso educativo: Revolucionando la enseñanza con mundos virtuales de aprendizaje interactivas. *MQRInvestigar*, 8(2), 958-976. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.2.2024.958-976>

- Wollny, S., Schneider, J., Di Mitri, D., Weidlich, J., Rittberger, M., & Drachsler, H. (2021). Are we there yet? - a systematic literature review on chatbots in education. *Frontiers in artificial intelligence*, 4, 1-18.
- Yin, J., Goh, T. T., Yang, B., & Xiaobin, Y. (2021). Conversation technology with micro-learning: The impact of chatbot-based learning on students' learning motivation and performance. *Journal of Educational Computing Research*, 59(1), 154-177. <https://doi.org/10.1177/0735633120952067>
- Zheng, Y. (2021). Research on data retrieval algorithm of english microlearning teaching based on wireless network information classification. *Journal of Sensors*, 2021, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2021/4485965>
- Zobel, T., Steinbeck, H., & Meinel, C. (11-13 de octubre de 2023). *Towards Inclusive Education: A Review of and Guide to Accessible Features in Chatbots for MOOCs* [Ponencia] 2023 IEEE Learning with MOOCs (LWMOOCs), Cambridge, MA, USA.

EL METAVERSO COMO CONTEXTO EN LA FORMACIÓN DIGITAL DEL ARQUITECTO

Oriol Carrasco

oriol.carrasco@iaac.net / 0000-0003-0172-8610

Instituto de Arquitectura Avanzada de Catalunya (España)

Diego Navarro-Mateu

navarro@uic.es / 0000-0001-5329-4776

Universitat Internacional de Catalunya (España)

Pedro Cortes Nieves

pcortes@uic.es / 0000-0001-5911-4721

Universitat Internacional de Catalunya (España)

RESUMEN

Este estudio explora la integración de competencias digitales en la educación arquitectónica mediante el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y metodologías de Learning by Doing. Utilizando los pabellones deconstructivistas del Parc de La Villette (Bernard Tschumi, 1982) como caso de estudio, se propone un ejercicio que introduce el metaverso como marco digital, buscando como objetivo que los alumnos desarrollen una versión alternativa y virtual del proyecto mencionado. Este entorno reúne diversas tecnologías emergentes para propiciar una comprensión holística de la teoría y la aplicabilidad de habilidades técnico-digitales en arquitectura. El proyecto incluyó sesiones teóricas sobre principios arquitectónicos y compositivos, intercaladas con talleres prácticos que se centraron en la aplicación y trabajo con herramientas digitales.

Los resultados mostraron una notable mejora en las competencias críticas de los estudiantes, y ayudaron a entender cómo los alumnos perciben las diferentes herramientas. Además, la integración de estas tecnologías emergentes en el proceso de diseño generó una experiencia interactiva,

participativa y democratizada, permitiendo a los estudiantes superar las limitaciones físicas del diseño tradicional.

Este enfoque educativo también sirvió para preparar y anticipar a los estudiantes en futuros entornos laborales digitalizados, demostrando la viabilidad y necesidad de integrar tecnologías emergentes en la educación arquitectónica actual.

1. INTRODUCCIÓN

Bajo el título *Metaverso: El rol del arquitecto en los entornos digitales*, esta propuesta fue galardonada con el tercer premio de la 4ª edición de la Beca Fundació Puig en innovación docente, en colaboración con la Universidad Internacional de Catalunya para el ciclo 2022/2024 (dos cursos académicos). Este reconocimiento refleja en cierto modo la creciente importancia de la transformación digital en los sectores de la arquitectura y la educación. Hoy en día, la enseñanza de la arquitectura está experimentando una profunda disrupción debido a la rápida adopción de tecnologías emergentes ya presentes en la realidad profesional, como son el modelado paramétrico (Rhino/Grasshopper), la realidad virtual (VR), el *Building Information Modeling* (BIM), el gemelo digital (Digital Twin), la programación visual (VP), el renderizado en tiempo real (RT) y el Metaverso (MV). Aunque en diferentes niveles de madurez, todas ellas ofreciendo una dirección clara hacia la digitalización del sector de la construcción y buscando nuevos medios de comunicación en los que transmitir el diseño al ecosistema de agentes implicados. Estas herramientas no solo están alterando los métodos de diseño, sino que también están cambiando radicalmente cómo los arquitectos conciben y conceptualizan el espacio y sus cualidades.

En el ámbito educativo, sin embargo, la incorporación de estas tecnologías presenta un desafío significativo. La velocidad con la que evolucionan y su complejidad técnica suelen generar procesos de enseñanza fragmentados, donde las herramientas digitales se integran de forma aislada y no como parte de un sistema coherente y vertebrador en asignaturas propedéuticas. Este artículo tiene como objetivo explorar cómo la integración de diversas herramientas digitales bajo un único proyecto educativo puede enriquecer

el proceso formativo, permitiendo a los estudiantes no solo aprender las habilidades técnicas necesarias, sino también desarrollar una comprensión más crítica y holística de la arquitectura en un entorno puramente digitalizado, y por ende, nuevo.

En este contexto, el proyecto de innovación educativa que aquí se presenta se basa en metodologías bien establecidas en la enseñanza de la arquitectura, como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) (Bridges, 2006) y el *Learning by Doing* (Kolb, 1986; Boyer y Mitgang, 1996). Ambas metodologías, ampliamente adoptadas en las escuelas de arquitectura, fomentan la participación activa del estudiante en el proceso de aprendizaje, centrándose en la resolución de problemas reales y el desarrollo de competencias a través de la práctica. El ejercicio propuesto en este estudio se enfoca en la recreación digital de los pabellones del Parc de la Villette, obra icónica de Bernard Tschumi (Paris, 1982) que ejemplifica los principios del deconstructivismo arquitectónico (Kipnis, 1993; Tschumi 1996). Los estudiantes deben analizar y digitalizar los componentes de la arquitectura deconstructivista de Tschumi, y posteriormente, crear nuevos pabellones que mantengan el ADN de los originales, pero con una reinterpretación moderna y adaptada al entorno digital propuesto en el curso.

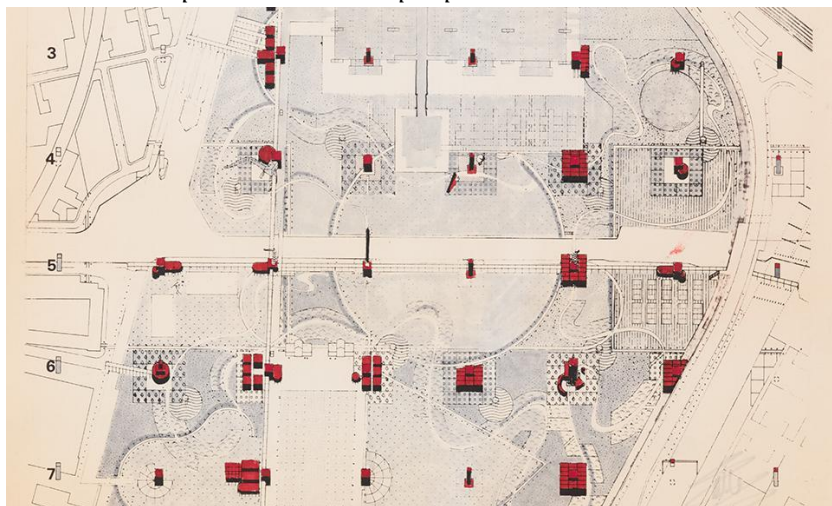
La metodología de diseño deconstructivista de Bernard Tschumi es una excelente herramienta para que los alumnos aprendan a proyectar, ya que fomenta la ruptura con las formas tradicionales y permite explorar nuevas relaciones entre espacio, estructura y programa. Esta metodología desafía las convenciones espaciales y las jerarquías preconcebidas, promoviendo una libertad creativa que anima a los estudiantes a cuestionar las normas y a experimentar con nuevas formas de organización espacial. Esta metodología es especialmente replicable desde el punto de vista computacional y generativo, donde la exploración es un aspecto clave, al igual que lo era el dibujo para Tschumi (Hartoonian, 2010).

Además, el enfoque de Tschumi destaca la importancia de los eventos y las experiencias en la configuración del espacio, lo que ofrece a los alumnos

una perspectiva dinámica y multifacética del diseño arquitectónico. Al trabajar con la fragmentación y la superposición, los estudiantes desarrollan habilidades para manejar la complejidad y las contradicciones inherentes a los proyectos contemporáneos

Figura 1

Las Folies en su posición dentro del parque de la Villete



Fuente: Bernard Tschumi, 1987.

Este enfoque no solo busca la adquisición de habilidades técnicas, sino también el desarrollo de una capacidad crítica en el análisis y la aplicación de conceptos arquitectónicos en un marco digital. A través de este proceso, los estudiantes exploran las herramientas digitales y comprenden cómo estas tecnologías pueden transformar las relaciones espaciales, la composición y la interacción entre espacio y evento, todos ellos conceptos fundamentales en la arquitectura deconstructivista. La propuesta pretende cerrar la brecha entre la formación arquitectónica tradicional y el emergente concepto de realidad digital, preparando a los futuros arquitectos para un mundo donde las competencias técnicas y críticas son igualmente importantes para enfrentar los desafíos de un entorno profesional cada vez más digitalizado.

2. MÉTODO

El método implementado se basa en un currículum estructurado en múltiples etapas, diseñado para guiar a los estudiantes de manera progresiva hacia el dominio de aplicaciones virtuales, siempre de forma práctica. Este enfoque secuencial permite que los alumnos adquieran nuevas competencias a través de un proceso de aprendizaje gradual, en el que cada etapa se construye sobre los conocimientos y habilidades adquiridos en la anterior. Sin embargo, el aspecto clave de este método es que, a lo largo de todo el proceso, el proyecto de los pabellones de La Villette, se mantiene como el eje central que unifica las diferentes actividades y ejercicios. De este modo, los estudiantes pueden aplicar los conceptos teóricos y las herramientas digitales aprendidas directamente en un contexto práctico y significativo.

En la primera etapa, los estudiantes son introducidos a los principios básicos del deconstructivismo arquitectónico, con un enfoque particular en la obra de Tschumi. Este marco teórico proporciona la base para el análisis y la comprensión del proyecto, siendo una de las tareas principales de los estudiantes formalizar nuevos pabellones que podrían haber sido creados por el propio Tschumi.

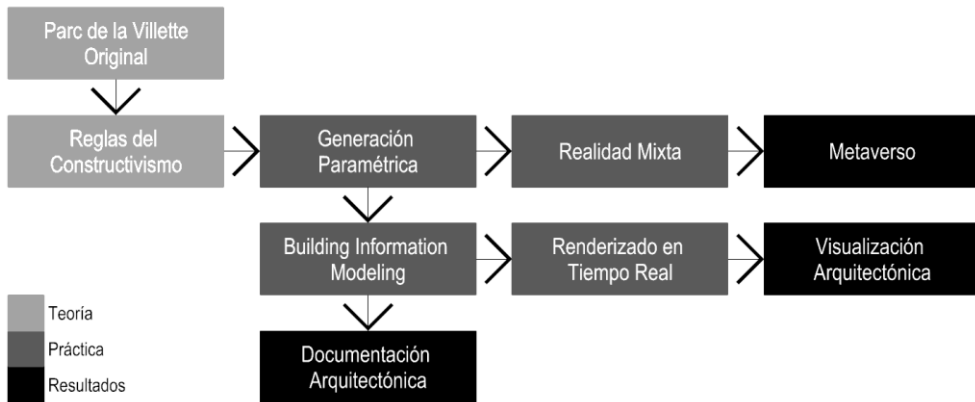
A medida que avanzan, se introducen herramientas de modelado paramétrico (o visual programming, mediante el plug-in Grasshopper), *Building Information Modeling* (BIM, haciendo uso del plug-in VisualARQ), y técnicas de renderizado en tiempo real (RT Rendering, a través de Twinmotion). Cada una de estas herramientas está cuidadosamente seleccionada para ampliar las capacidades de los estudiantes y la aplicabilidad de las herramientas poniendo especial atención en la curva de aprendizaje, que se encuentra estrechamente relacionada con la duración del curso.

El proyecto de los pabellones actúa no sólo como un ejercicio práctico, sino también como un referente constante que permite a los estudiantes reflexionar sobre cómo la tecnología puede reinterpretar y modificar conceptos arquitectónicos fundamentales, donde la masa y la gravedad tienen afectaciones menores sobre el diseño de los espacios y estructuras

que en la realidad. Este enfoque garantiza que las aplicaciones virtuales no se utilicen de manera aislada, sino integradas en un proceso de diseño coherente y dirigido hacia objetivos pedagógicos claros.

Figura 2

Diagrama de workflow de trabajo



Fuente: autores.

2.1 Teoría compositiva: pabellones del 'Parc de la Villette'

Las sesiones teóricas ofrecieron una profunda inmersión en los principios fundamentales del deconstructivismo, un movimiento arquitectónico que desafía las nociones tradicionales de forma, función y estructura. Estas sesiones se centraron en la obra y la filosofía de Bernard Tschumi, pero también se estudiaron otros arquitectos deconstructivistas de la década de 1980 como Derrida, Eisenman, Libeskin, Himenblau entre otros. A lo largo de las clases, los estudiantes exploraron no solo los aspectos formales de la obra de Tschumi, sino también las ideas filosóficas y conceptuales del movimiento deconstructivista.

Además de las exposiciones teóricas, los alumnos participaron en estudios específicos y discusiones grupales que les permitieron examinar más a fondo la interacción entre el espacio y el evento, dos conceptos que Tschumi considera indisolublemente ligados. Se debatió cómo el espacio

arquitectónico no es solo un contenedor estático, sino un escenario dinámico donde ocurren eventos y actividades que, a su vez, redefinen y recontextualizan dicho espacio. Los estudiantes analizaron casos prácticos y ejemplos concretos de la obra de Tschumi en relación a otras arquitecturas modernas, lo que les ayudó a comprender cómo estos conceptos abstractos se materializan en elementos arquitectónicos tangibles.

Para respaldar este contenido, se construyó una extensa base de datos que recopila los documentos y referencias utilizados durante el curso. Esta base de datos incluye no solo información sobre los pabellones del Parc de la Villette, sino también una colección más amplia de textos teóricos, imágenes, planos y otros recursos para comprender cómo el deconstructivismo desafía las convenciones arquitectónicas más tradicionales -incluidas algunas contemporáneas-. Esta herramienta resultó fundamental para que los estudiantes pudieran profundizar en los principios compositivos, realizar investigaciones más autónomas y disponer de un archivo indexado consolidado para futuras referencias.

2.2 Herramientas digitales: Digitalización y generación de los pabellones digitales en el metaverso de la Villette

La digitalización y generación de los pabellones del Parc de la Villette fue un proceso clave dentro del proyecto, que sirve de excusa para la introducción paulatina de las herramientas. Además de modelos arquitectónicos detallados, también ofrecieron diferentes niveles de interacción y análisis a través de medios virtuales. La recreación de los pabellones en un entorno digital se llevó a cabo mediante los puntos enumerados a continuación, cada uno de ellos con una función y un valor añadido dentro del flujo de trabajo arquitectónico:

A. Modelado paramétrico (VP - visual programming) - Modelado 3D

Se usaron metodologías de diseño paramétrico para generar modelos tridimensionales adaptables. Este enfoque permite a los estudiantes manipular parámetros y reglas para crear formas

complejas que evolucionan de manera controlada, manteniendo al mismo tiempo un alto nivel de flexibilidad. El uso de visual programming facilita la experimentación con geometrías y patrones arquitectónicos que son difíciles de lograr mediante técnicas tradicionales de modelado y diseño. A través de programas como Grasshopper, los estudiantes pudieron explorar nuevas formas de creación arquitectónica, aplicando principios de variación geométrica y combinando estos conceptos con las características originales de los pabellones.

B. 'Building Information Modelling' (BIM) - Modelado con Información
Se aportó una capa adicional de información a los modelos 3D generados paramétricamente. El BIM no solo se utilizó como una herramienta de modelado, sino también como un sistema de gestión de documentación técnica arquitectónica que permite integrar datos sobre los materiales, dimensiones, y comportamientos estructurales en los modelos 3D. Este enfoque amplía la capacidad de los estudiantes para comprender y gestionar las implicaciones técnicas y constructivas de sus diseños, vinculando directamente el proceso creativo con la viabilidad práctica, sirviendo también como validación de conceptos a nivel constructivo.

C. Renderizado en tiempo real (RT) - Visualización clásica

El renderizado a tiempo real proporcionó a los estudiantes una visualización clásica basada en imágenes estáticas eficiente, permitiéndoles ver cómo se verían sus pabellones en el mundo real. Las herramientas de renderizado en tiempo real son esenciales para generar imágenes y videos de alta calidad en tiempos reducidos, lo que facilita la comprensión y evaluación de las propuestas arquitectónicas desde múltiples ángulos y bajo diferentes condiciones de iluminación y entorno. Esto permite a los estudiantes tomar decisiones de diseño más fundamentadas y comunicar visualmente sus ideas de manera efectiva. La velocidad de este tipo

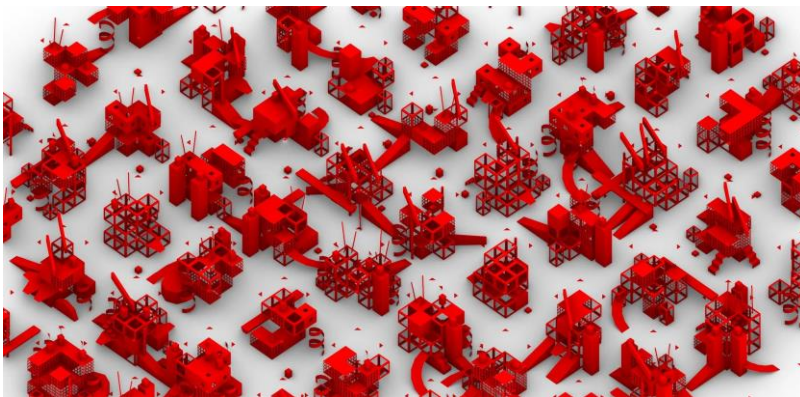
de representación permite también iterar sobre los diseños a una mayor velocidad.

D. Realidad Virtual (RV) - Visualización Inmersiva

La VR añadió una dimensión completamente inmersiva al proceso, que algunos alumnos no habían experimentado aún. A través de esta tecnología, los estudiantes pudieron descubrir sus propios diseños en un entorno virtual interactivo, lo que les permitió no sólo visualizar, sino también "habitar" los pabellones en el metaverso de la Villette. La realidad virtual proporcionó una experiencia de inmersión total, donde las restricciones del mundo físico, como la gravedad o la materialidad fueron eliminadas, permitiendo una mayor libertad creativa. Esta herramienta no solo facilitó la evaluación del diseño espacial, sino también el desarrollo de propuestas arquitectónicas innovadoras que exploran las posibilidades del entorno digital.

Figura 3

Follies generadas por los estudiantes a partir del algoritmo de generación



Fuente: autores.

2.3 Evaluación

Para evaluar de manera precisa la aplicación de las habilidades adquiridas y la percepción del alumnado sobre las herramientas digitales y los

conceptos trabajados, se implementó una evaluación integral que abarcó tres ámbitos clave. Este enfoque permitió no solo medir el rendimiento individual de los estudiantes, sino también captar su retroalimentación cualitativa sobre el proceso de aprendizaje:

- Sesiones prácticas de feedback - Correcciones individuales.

Estas sesiones brindaron a los estudiantes la oportunidad de recibir orientación personalizada, lo que permitió identificar áreas de mejora específicas y ajustar sus diseños de acuerdo con las indicaciones del profesorado. Este tipo de interacción cercana y directa con el estudiante facilitó un aprendizaje más profundo y un desarrollo progresivo de las competencias. También permitieron identificar las partes docentes que eran más débiles o que requerían material suplementario.

- Entregas finales de proyecto - Evaluación numérica asociada a la asignatura.

Se valoraron numéricamente los productos finales de los estudiantes en términos de calidad técnica, creatividad, aplicación correcta de herramientas digitales y la coherencia del diseño en relación con los conceptos teóricos trabajados. Este tipo de evaluación permitió medir de manera cuantitativa los logros obtenidos y el nivel de competencia alcanzado.

- Cuestionario anónimo - Sesión colectiva de discusión.

Se utilizó un cuestionario anónimo para recopilar las percepciones de los estudiantes, seguido por una sesión colectiva de discusión. Este espacio permitió reflexionar de manera conjunta sobre las experiencias vividas durante el curso, identificando los aspectos más positivos y las áreas de mejora, tanto en el proceso de aprendizaje como en la aplicación y uso de las tecnologías emergentes.

3. RESULTADOS

3.1 Trabajos de los alumnos y web

Como resultado colectivo, se ha generado una web que recopila el proceso y los resultados generados por los alumnos (planos, renders, panoramas, etc.): <https://sites.google.com/uic.es/tschumi-verse/>

La web, no es solo el catálogo de resultados del alumnado, sino que también sirvió como herramienta docente (albergando por ejemplo, la base de datos sobre Bernard Tschumi) y como referencia para los alumnos para la evolución del proyecto a lo largo de los dos años.

Los proyectos finales, presentados y evaluados en una exposición virtual, revelaron un nivel considerable de innovación espacial por parte de los estudiantes. Resultado de una mezcla entre el ADN de los pabellones originales de Bernard Tschumi y la libertad creativa proporcionada por el entorno virtual. Al estar libres de las restricciones físicas inherentes al mundo real, como la gravedad o la rigidez de los materiales, los estudiantes pudieron explorar formas arquitectónicas y soluciones espaciales imposibles de realizar en un contexto físico. En última instancia, esto derivó en diseños creativos y radicales que propiciaban una discusión apropiada dentro del campo arquitectónico.

3.2 Metaverso

Cada uno de los alumnos introdujo su propio pabellón personalizado, diseñado y generado mediante técnicas de modelado paramétrico, en un entorno virtual que los tutores del curso asociaron al concepto de Metaverso. Este espacio digital proporcionó a los estudiantes una plataforma en la que sus diseños podían coexistir y ser visualizados simultáneamente, lo que les permitió interactuar no solo con sus propios modelos, sino también con los de sus compañeros. La naturaleza personalizada de cada pabellón reflejó las decisiones individuales de diseño de cada estudiante, pero dentro de un entorno común que fomentó la colaboración y el intercambio de ideas.

El entorno digital que se les proporcionó fue un espacio virtual vacío, diseñado específicamente para generar una experiencia de diseño colaborativo y multidimensional. Este espacio no sólo permitió la visualización inmersiva de los pabellones, sino que también facilitó la interacción en tiempo real entre los diferentes usuarios que paseaban virtualmente por el espacio. Los estudiantes pudieron explorar las posibilidades espaciales de sus creaciones desde múltiples ángulos y perspectivas, sin las limitaciones en un contexto físico tradicional.

A medida que los estudiantes navegaban por el entorno virtual, podían comparar y contrastar sus soluciones de diseño, discutir ideas y recibir comentarios de sus compañeros y profesores de manera directa e interactiva. Este entorno colaborativo potenció un proceso de aprendizaje más dinámico y participativo, donde los estudiantes no solo se beneficiaron de su propio trabajo, sino también del intercambio de conocimientos y experiencias con el resto del grupo. Dicho Metaverso puede accederse en: <https://framevr.io/tschumi-verse>

Cabe añadir, que también se desarrollaron dos eventos añadidos que pueden asociarse al marco más estricto del metaverso: primero, la participación en la primera bienal de arquitectura del metaverso, en la cual la idea del proyecto fue elegida finalista (<https://metaversearchbiennale.com/>); y la segunda, una experiencia inmersiva que se desarrolló el último día de clase, haciendo uso de hardware y software apropiado para priorizar la visualización del proyecto.

La exposición virtual en sí misma añadió otra capa de dinamismo al proceso de evaluación. Los proyectos no solo fueron evaluados en base a criterios arquitectónicos tradicionales, sino también en términos de cómo aprovechaban las posibilidades del entorno digital, lo que destacó aún más el potencial del mundo virtual como espacio de innovación arquitectónica.

3.3 Encuestas

Se llevaron a cabo dos encuestas para evaluar distintos aspectos del proceso formativo y la efectividad de las herramientas digitales empleadas.

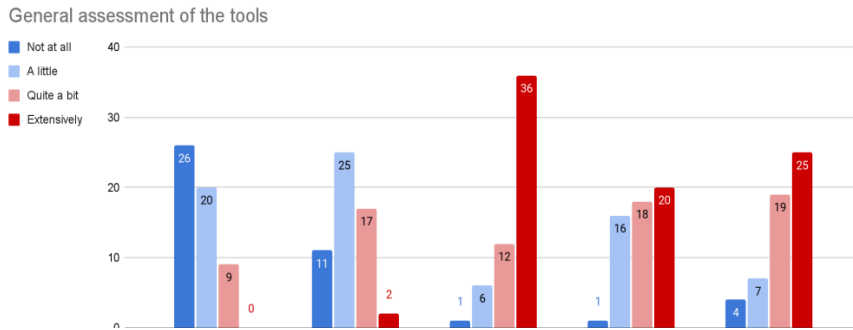
La primera encuesta estaba orientada a obtener una valoración general de las herramientas digitales utilizadas a lo largo del curso, mientras que la segunda se centró en la percepción individual que los estudiantes tenían de cada una de estas tecnologías, con el fin de evaluar su utilidad y efectividad en la formación arquitectónica.

La primera encuesta utilizó una escala de Likert de 1 a 4, donde los estudiantes evaluaron su relación con las herramientas antes y después del curso en diferentes cuestiones: "nada", "algo", "bastante", y "todo". Este sistema permitió recopilar información cuantitativa sobre la percepción global del alumnado, proporcionando una visión clara de cómo se valoraron las tecnologías en su conjunto. El análisis de estas respuestas ayudó a identificar qué herramientas fueron más impactantes y relevantes en el proceso de aprendizaje.

La segunda encuesta se enfocó en una evaluación más detallada de las cuatro tecnologías específicas mencionadas en la metodología: modelado paramétrico (VP), Building Information Modelling (BIM), renderizado en tiempo real (RT) y realidad virtual (VR). Los estudiantes proporcionaron comentarios sobre su experiencia con cada tecnología, matizando sobre cómo cada una contribuyó al desarrollo de sus competencias y al proyecto final. Esta segunda encuesta se usó para entender las fortalezas y debilidades de cada herramienta desde la perspectiva de los usuarios, y para ajustar futuras implementaciones pedagógicas basadas en estas tecnologías.

Figura 4

Valoración general de las herramientas



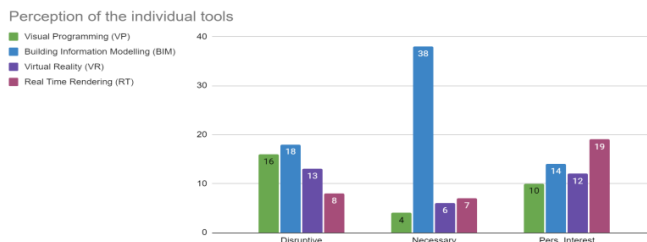
Fuente: autores.

La figura 4 sobre la valoración general pone en evidencia la coherencia de los resultados y los siguientes aspectos:

1. Que aunque pueden ser conscientes de la existencia de estas herramientas, en su mayoría no encuentran el tiempo o el interés necesario para comenzar su aprendizaje.
2. Que hay un interés extremo por adoptarlas y aplicarse (vease el apartado de usefulness).
3. La relación inversa (y favorable) entre el pre y el post del curso.
4. Posibles dificultades o margen de mejora en la integración, especialmente debido a la implementación de la VR y la frontera de hardware que supone.

Figura 5

Percepción individual de las herramientas



Fuente: autores.

Por otro lado, la percepción individual denota los siguientes outputs:

1. Un alumnado concientizado sobre el uso del BIM, probablemente a raíz de la regulación de este en todo el ámbito AEC.
2. La relación inversa entre el interés personal y lo disruptivo de una herramienta, que puede ser asociada al punto 3 de este listado.
3. La dificultad para aprender una nueva herramienta en base a su diferencia respecto a experiencias previas o las barreras de hardware tienen una gran influencia sobre la actitud del alumnado.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este estudio demuestra de manera clara la eficacia del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) mediante herramientas digitales para el campo de la Arquitectura, proporcionando un marco sólido para desarrollar competencias avanzadas entre los estudiantes. Los pabellones de Tschumi y su peculiar filosofía de diseño han servido como catalizadores de un entorno educativo que fomenta no solo el aprendizaje técnico, sino también una comprensión más profunda y crítica de conceptos arquitectónicos esenciales. A través de la resolución de problemas en un entorno digital, los estudiantes han podido explorar y abordar otros aspectos clave del diseño arquitectónico, tales como la estética, la materialidad, la composición y la espacialidad, lo que ha enriquecido su proceso creativo y reflexivo.

La presentación y defensa de los proyectos de los estudiantes dentro del Metaverso fue identificada como una experiencia altamente enriquecedora. Esta modalidad permitió a los estudiantes simular escenarios profesionales, colaborativos y digitalizados, preparándolos para los desafíos del entorno laboral contemporáneo, donde las interacciones virtuales y el trabajo a distancia son cada vez más comunes. El entorno del Metaverso no solo facilitó la exploración de nuevos formatos de presentación, sino que también ofreció una experiencia democrática del diseño, donde los estudiantes pudieron experimentar un proceso de

creación arquitectónica sin las restricciones tradicionales impuestas por el mundo físico.

La motivación y el compromiso mostrados por los alumnos reflejan positivamente la eficacia del ABP en contextos de aprendizaje digital, como también señaló Lee (2014). Este estudio refuerza la idea de que los entornos virtuales son un marco adecuado y efectivo para la integración y unificación de herramientas digitales dentro de la educación contemporánea. Los resultados obtenidos confirman que estas tecnologías no sólo son viables, sino también esenciales para preparar a los estudiantes para un futuro profesional en constante evolución.

Además, la metodología implementada, centrada en la aplicabilidad de las sesiones teóricas y las demostraciones prácticas, permitió a los estudiantes experimentar directamente con las herramientas y conceptos aprendidos en el aula, haciendo que el aprendizaje fuera más dinámico. Los estudiantes no solo mejoraron significativamente sus competencias técnicas, sino que también valoraron el esfuerzo por incorporar estas tecnologías a un programa académico actualizado y alineado con las exigencias contemporáneas del mercado laboral.

No obstante, cabe destacar que la introducción y constante actualización del ámbito digital requerirá un sobreesfuerzo por parte del equipo docente para implantarlo, especialmente cuando se trata de herramientas que se encuentran al inicio de su ciclo.

Estas herramientas sufren un rápido desarrollo de innovación y obsolescencia, lo que puede dificultar su adopción. La falta de herramientas estandarizadas y la baja difusión de información derivan en un contexto poco estable, donde la precariedad digital se convierte en una preocupación real para los diseñadores.

Este escenario volátil también repercute en el campo profesional, que inicialmente puede ser reticente por la limitación de recursos, pero que también corre el riesgo de quedar en desventaja respecto a nuevas generaciones más digitalizadas.

Los buenos resultados de este estudio confirman que la incorporación de tecnologías emergentes en la educación arquitectónica no es solo una opción viable, sino un componente esencial para la formación de futuros profesionales. Estos profesionales deben estar preparados para adaptarse a un entorno que está en constante cambio, en el cual la digitalización, la colaboración virtual y el uso de herramientas avanzadas serán cada vez más predominantes y necesarias para el éxito en el campo de la arquitectura.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boyer, E. L., & Mitgang, L. D. (1996). *Building community: A new future for architectural education and practice*. The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching.
- Bridges, A. (2006). A critical review of problem-based learning in architectural education. En *Communicating space(s) in the 9th eCAADe* (pp. 182-189). Volos, Greece: Conference Proceedings.
- Càndito, C., & Meloni, A. (2023). Revelations of Folies through Geometric Transformations. *Nexus Network Journal*, 25(Suppl 1), 269-276. <https://doi.org/10.1007/s00004-023-00717-0>
- Dagenhart, R. (1989). Urban architectural theory and the contemporary city: Tschumi and Koolhaas at the Parc de la Villette. *Ekistics*, 56(334/335), 84-92.
- Ebert, C. (2003). The dilemma with disjunction: architecture and discourse in Bernard Tschumi's early work.
- Hartoonian, G. (2010). Bernard Tschumi draws architecture. *Footprint*, 4(2), 29-44.
- Kipnis, J. (1993). "Towards a New Architecture" en *Bernard Tschumi*. AA Publications.
- Kolb, D. (1984). *Experiential Learning: Experience as The Source of Learning and Development*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Lee, J. S., Blackwell, S., Drake, J., & Moran, K. A. (2014). Taking a leap of faith: Redefining teaching and learning in higher education through project-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 8(2).

Navarro, D., & Carrasco, O. (2023, marzo 5). Tschumi-verse. Recuperado de <https://sites.google.com/uic.es/tschumi-verse>

Savin-Baden, M., & Major, C. Howell. (2004). *Foundations of problem-based learning* (1st ed.). Society for Research into Higher Education & Open University Press.

Tschumi, B. (1996). *Architecture and Disjunction*. MIT Press.

TECNOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DE VARIABLES AMBIENTALES APLICADA A LA ENSEÑANZA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Sonia Pino Espinoza

sonia.pino@pucv.cl <https://orcid.org/0000-0003-2531-6717>

Centro Costadigital, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile)

César Cofré Reyes

cesar.cofre@pucv.cl <https://orcid.org/0009-0007-5792-2259>

Valparaíso Makerspace, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile)

Andoni Arenas Martija

andoni.arenas@pucv.cl <https://orcid.org/0000-0002-1167-396X>

Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile)

RESUMEN

El cambio climático es un problema global que tiene efectos locales diversos y distintos entre un territorio y otro, de allí la necesidad del profesorado de contar con recursos educativos que faciliten disponer de registros a nivel local y escolar de variables de interés ambiental. Con este propósito se diseñó una Estación de Monitoreo Ambiental (EMA) para uso escolar, que cuenta con sensores que recolectan un conjunto de variables meteorológicas (temperatura, humedad, radiación), a las cuales se agregan sensores de CO₂, turbidez del agua y otros sensores (Abdulwahid, 2020), con los cuales el profesorado puede desarrollar investigación auténtica para enseñar el cambio climático de forma interdisciplinaria (Silva, M. J., 2023). Se fabricaron 50 EMAs las cuales se distribuyeron en 17 centros escolares de distintas localidades de Chile. Se diseñó una plataforma para docentes y estudiantes que permite graficar en tiempo real las variables recogidas, establecer comparaciones y desarrollar experimentos. Se diseñó un proceso de formación para docentes y un sistema de evaluación para evidenciar los resultados en tanto recurso tecno-pedagógico para enseñanza del cambio climático de forma interdisciplinaria. En este artículo se comparte la metodología

y los resultados del desarrollo de este recurso diseñado a medida de las demandas del profesorado para la enseñanza del cambio climático.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza sobre el cambio climático requiere disponer de recursos educativos que permitan visibilizar los diversos procesos que relacionan el conocimiento científico y tecnológico con la construcción de la sociedad, y viceversa, permitiendo involucrarse con pensamiento crítico en la vida cotidiana y contribuir al ejercicio de una ciudadanía participativa y consciente. Generar conocimiento científico y desarrollo tecnológico en el marco del Cambio Climático es fundamental para el bienestar futuro de la sociedad, pues las adaptaciones y mitigaciones en este ámbito permitirán avanzar en medidas apropiadas de conservación y protección del ambiente (Santos, M.J.S., et al. 2023).

En 2022 Chile suscribió el Acuerdo de Escazú, sobre el acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales en América Latina y el Caribe. Este es un punto de inflexión relevante para el mundo educativo, sobre todo en el contexto del cambio climático. Actualmente se está discutiendo un relevante ajuste curricular para la asignatura de ciencias, donde se espera tener nuevos planes y programas que a partir de 2025 integren el Cambio Climático como un tema de alta relevancia necesario de estudiar, sin embargo será necesario enfrentar la necesidad de formación del profesorado, tanto en cuestiones conceptuales como didácticas y metodológicas que permitan proponer al estudiantado experiencias de aprendizaje que los desafíen a tener un rol activo y relevante para lograr una aprendizaje significativo que puedan

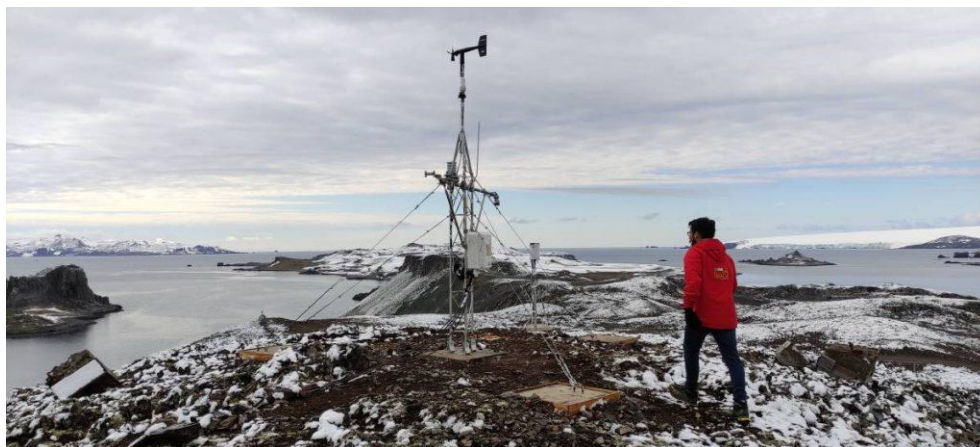
conducir al cambio (González, R.D., 2014) (Bermúdez, N. A., Perea, R. L., 2019).

Tecnología para estudios meteorológicos

La meteorología, que se ocupa del estudio del tiempo atmosférico, utiliza diversos tipos de tecnología como imágenes satelitales, radares meteorológicos, dispositivos que permiten el registro de datos ambientales y software de análisis para generar proyecciones temporales. Las estaciones meteorológicas automáticas en particular son los dispositivos suelen incluir mediciones de temperatura, humedad, presión atmosférica, la velocidad y dirección del viento, y precipitaciones de manera continua y automática, sin intervención humana directa a través de los dispositivos que tienen integradas (termómetro, anemómetro, etc.). Dentro de las características de estas estaciones, es que deben contar con sistemas de transmisión de datos en tiempo real, contar con mantenimiento periódico y calibración de sus sensores y estar ubicada en áreas representativas y libres de obstáculos que puedan afectar las mediciones (Dirección Meteorológica de Chile, s.f.). Estas estaciones profesionales (Figura 1 por ejemplo) son las que se distribuyen a lo largo de los territorios para el monitoreo climático y la emisión de pronósticos meteorológicos precisos.

Figura 1

Estación meteorológica en la Antártida Chilena



Fuente: Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC).

Por otro lado, para efectos del estudio de variables ambientales a nivel escolar, existen diversidad de ejemplos de diseño de dispositivos de mayor o menor nivel de complejidad que permiten captar datos de ambiente y hacer investigación escolar, haciendo uso de procesadores y sensores de bajo costo. Los componentes electrónicos que se utilizan para su elaboración han ampliado su presencia tanto por razones de la preocupación en temas ambientales y de calidad del aire de los espacios que ocupan las personas, como por el aumento de procesadores de bajo costo, tales como Arduino y Raspberry Pi, así como de múltiples sensores (Silva et al., 2023)(Ullo, S.L., Sinha, G.R.,2020), que han dado vida a lo que se denomina Internet de las Cosas (IoT). Esto ha permitido la creación de todo tipo de artefactos que incluyen dispositivos y programación de objetos domésticos e industriales, sin requerir de conocimientos avanzados de electrónica o programación (Hepp, P., Pino, S. 2023).

Si bien los dispositivos de bajo costo no logran los niveles de precisión y confiabilidad que aquellos de calidad profesional, para efectos de aprendizaje son igualmente útiles ya que permiten el desarrollo de las habilidades científicas y tecnológicas que se requieren para comprender los fenómenos de estudio, con el valor agregado de la manipulación directa de los dispositivos y lo situado de los datos recolectados.

Disponer de herramientas tecnológicas que promuevan el acceso, manipulación e interpretación de datos ambientales que estén disponibles de libre acceso, constituye una herramienta de gran valor pedagógico para abordar preguntas científicas que pueden ser respondidas poniendo en práctica conocimientos y habilidades multidisciplinares. "La educación puede lograr que las personas cambien sus actitudes y conductas, además de contribuir a que tomen decisiones fundamentadas" (United Nations, s. f.).

En los siguientes apartados se presenta el desarrollo de un recurso tecnopedagógico que integra el desarrollo de un dispositivo electrónico para la medición de variables ambientales, el desarrollo de un software en plataforma web y la capacitación docente para su uso. Este conjunto de elementos pretende transformarse en una alternativa posible de ser masificada para la enseñanza del cambio climático en Chile.

2. MÉTODO

La decisión de desarrollar un dispositivo hecho a medida fue impulsada por la necesidad de contar con un equipo que permitiera recolectar variables ambientales que estuviera adaptado a las necesidades del ámbito educativo, que funcionara en condiciones de contextos tanto urbanos como

rurales y que fuera de bajo costo, para proyectar la posibilidad de masificación. Esta decisión se constituyó en el objetivo de desarrollo tecnológico del proyecto, que se tradujo en la construcción de una Estación de Monitoreo Ambiental propia (que hemos llamado EMA MICA), cuya metodología se desarrolla a continuación.

Etapa 1: Expectativas del profesorado sobre el recurso tecnológico.

Para conocer las necesidades de los docentes respecto del dispositivo para la enseñanza del cambio climático, se implementaron dos instancias de trabajo con docentes (en el centro y sur del país), donde se prepararon rondas de conversación en mesas temáticas. Se abordaron varias temáticas, una de las cuales trató en particular sobre uso de tecnología, donde la conversación se enfocó en tres temáticas:

- El rol que puede cumplir la tecnología para la enseñanza del cambio climático
- Necesidades de formación del profesorado sobre el uso de recursos educativos digitales.
- Actividades que considera interesantes para abordar los fenómenos del cambio climático donde la tecnología pudiera aportar de forma relevante.

En esta instancia se recogieron opiniones de alrededor de 40 personas de distintas localidades del ámbito urbano y rural, de todos los niveles de escolaridad.

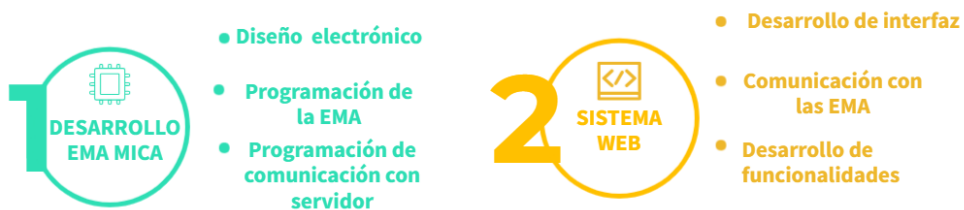
La información recopilada en grabaciones de audio y papelógrafos con ideas plasmadas por los asistentes, fueron transcritas y analizadas agrupándolas por categorías, que se presentan en la sección de resultados.

Etapa 2: Desarrollo de la Estación de Monitoreo Ambiental MICA (EMA)

El desarrollo de las EMAs consideró 2 ámbitos, el del desarrollo de la Estación propiamente tal (hardware y software propio) y el desarrollo del sistema web que recibe los datos recopilados y permite visualizar los gráficos de cada variable, establecer comparaciones entre datos de distintas estaciones y configurar la recopilación de datos en periodos más cortos de tiempo para permitir el desarrollo de experimentos escolares.

Figura 2

Ámbitos del desarrollo de las estaciones de monitoreo ambiental MICA



Fuente: elaboración propia.

Este desarrollo de las EMAs MICA se realizó utilizando la metodología de prototipos estructurales, buscando explorar aspectos tecnológicos y de la arquitectura de la EMA final (Holler, S. et al., 2023). Se realizaron 3 iteraciones a partir del primer prototipo, hasta llegar al diseño final para fabricación. Este proceso consideró distintos actores:

- Equipo de diseño, quienes detectaron necesidades de mejora estructurales en el tipo de tecnología (hardware), de versiones de software y estructurales de la carcasa.
- Equipo científico del proyecto, quienes solicitaron mejorar la precisión del sensor de CO₂, gas de alta relevancia para el cambio climático.

- Opinión de docentes de distintas localidades, desde donde surgieron nuevos ajustes, principalmente de programación para ajustar la entrega de variables en unidades de medida más utilizadas en el ámbito escolar.

Para el desarrollo del sistema web se utilizó la metodología ágil (Lasa, C., et al, 2017) que considera ciclos cortos de trabajo, desarrollo modular y pruebas constantes para ir liberando funcionalidades de forma parcial.

Etapa 3: Desarrollo de la formación de profesores

Disponer de recursos tecnológicos adaptados a las necesidades del profesorado con un objetivo pedagógico es parte de la solución, sin embargo fortalecer sus conocimientos tecno-pedagógicos para su adopción en sus prácticas de aula es un elemento fundamental (Martín - Párraga, L. et al, 2024).

3. RESULTADOS

De la primera etapa de trabajo con los docentes, las opiniones fueron organizadas como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1

Agrupación de temas de interés de los docentes, agrupados por tema de discusión

<p>Rol y características de la tecnología:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Herramienta de apoyo a metodologías activas de aprendizaje - Recopilador de datos locales que permiten su posterior análisis - Oportunidad para desarrollar habilidades del siglo XXI - Posibilidad de realizar trabajo de terreno - Recurso que permita el trabajo interdisciplinario - Integrar sensores para medir gases de efecto invernadero

Necesidades de formación:

- manejo de excel
- formación en temas de estadística básica
- visualización de datos (gráficas)
- Fortalecer conocimientos asociados a la investigación científica (definición de variables de estudio)
- Metodologías activas

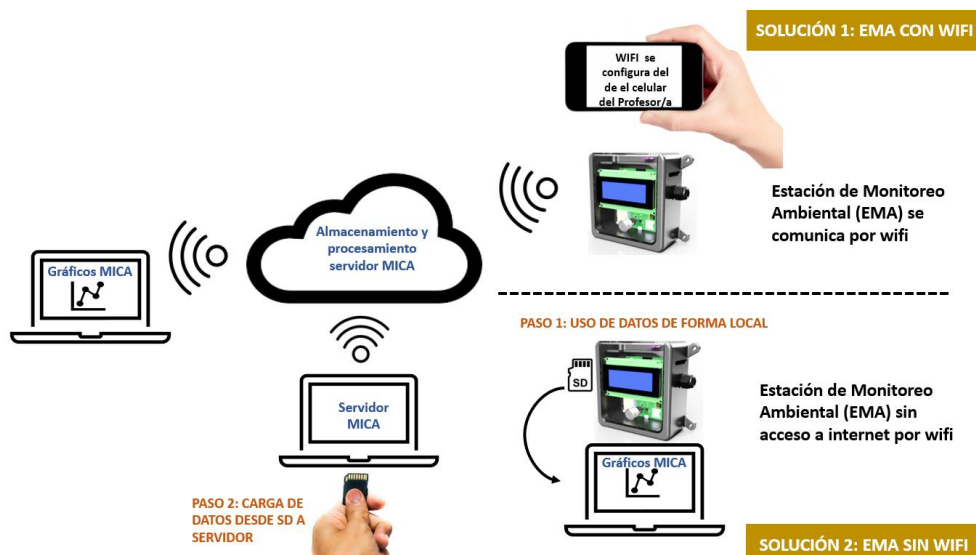
Actividades que proyectan:

- salidas a terreno para toma de datos y posterior análisis
- trabajos de investigación con base en datos propios o de otras estaciones ambientales.
- Proyectos que integren interculturalidad
- Establecer preguntas de investigación comparando situaciones ambientales de 2 o más lugares bajo determinadas condiciones.

Sobre la base de estas opciones, se establecieron requerimientos para el diseño de la electrónica, características del software y se delimitaron los contenidos de la formación de profesores. En la figura 3 se observa el diseño de la solución tecnológica que permite recolectar datos de variables ambientales tanto si se cuenta con wifi como si no está disponible esta opción (para el caso de escuelas rurales, con baja o nula conectividad, y urbanas que habitualmente cuentan con acceso a internet).

Figura 3

Diseño de la solución EMA que surge de la Etapa 1



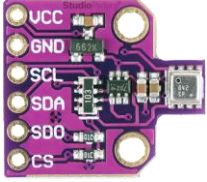



Fuente: Elaboración propia.

La EMA desarrollada contiene sensores de Humedad, Presión, VOC (gases volátiles orgánicos), Temperatura, Radiación, Nivel de luminosidad, intensidad de sonido, CO2 y Turbidez del agua (como accesorio externo). Cuenta con GPS, un reloj interno para mantener el registro temporal aun cuando no disponga de wifi, una tarjeta SD para almacenar datos y una batería recargable que permite salidas a terreno de hasta 9 horas.

En la Tabla 2 se detalla el listado de componentes más relevantes integrados en la EMA MICA. Con estos sensores los docentes pueden realizar una amplia gama de actividades de aprendizaje con sus estudiantes.

Tabla 2

Listado de sensores y componentes integrados a la EMA MICA

<p>Sensor BME680</p>  A purple PCB sensor module with a white sensor chip. It has six pins labeled UCC, GND, SCL, SDA, SDO, and CS on the left side.	<p>BME680 es un sensor ambiental multifuncional fabricado por Bosch que mide temperatura, humedad, presión barométrica y calidad del aire a través de la detección de compuestos orgánicos volátiles (VOC)</p>
<p>Sensor MHZ14A</p>  A green PCB sensor module with a white sensor chip and gold-colored pins.	<p>MH-Z14A es un sensor de dióxido de carbono (CO₂) de alta precisión que utiliza la tecnología NDIR (infrarrojo no dispersivo) para detectar concentraciones de CO₂ en el aire.</p>
<p>Sensor GYML8511</p>  A blue PCB sensor module with a white sensor chip and several pins.	<p>GY-ML8511 es un módulo sensor de radiación ultravioleta (UV) basado en el sensor ML8511 fabricado por Lapis Semiconductor. Este sensor es capaz de medir la intensidad de la radiación UV, convirtiéndola en una señal analógica que puede ser leída por un microcontrolador.</p>
<p>Sensor GY-30</p>  A blue PCB sensor module with a white sensor chip and several pins.	<p>GY-30 es un módulo sensor de luz que utiliza el sensor de luminosidad BH1750, fabricado por Rohm. Este sensor es capaz de medir la intensidad de la luz en lux.</p>

<p>Sensor NEO-6M</p> 	<p>NEO-6M es un módulo GPS ampliamente utilizado que proporciona datos de posicionamiento global con alta precisión, fabricado por u-blox.</p>
<p>Sensor MAX9814</p> 	<p>MAX9814 es un amplificador de micrófono con detección automática de ganancia (AGC) y un preamplificador de bajo ruido, diseñado para capturar señales de audio de manera clara y precisa.</p>
<p>Sensor TSW20</p> 	<p>TSW20 es un sensor de turbidez utilizado para medir la claridad de un líquido mediante la detección de la cantidad de luz dispersada por las partículas suspendidas en él. Cuanta más luz se disperse, mayor será la turbidez, lo que indica una mayor presencia de sedimentos, microorganismos o contaminantes.</p>
<p>Sensor DS3231</p> 	<p>DS3231 es un reloj en tiempo real (RTC) de alta precisión fabricado por Maxim Integrated. Este sensor proporciona una medida precisa del tiempo y la fecha, con una exactitud de ± 1 minuto al año.</p>
<p>Otros dispositivos que se integraron</p> 	<p>Un display LCD 20×4 con interfaz I2C es una pantalla de cristal líquido que puede mostrar hasta 20 caracteres por línea y 4 líneas de texto.</p> <p>Un módulo lector de tarjetas SD es un dispositivo que permite conectar una tarjeta SD a sistemas electrónicos,</p>



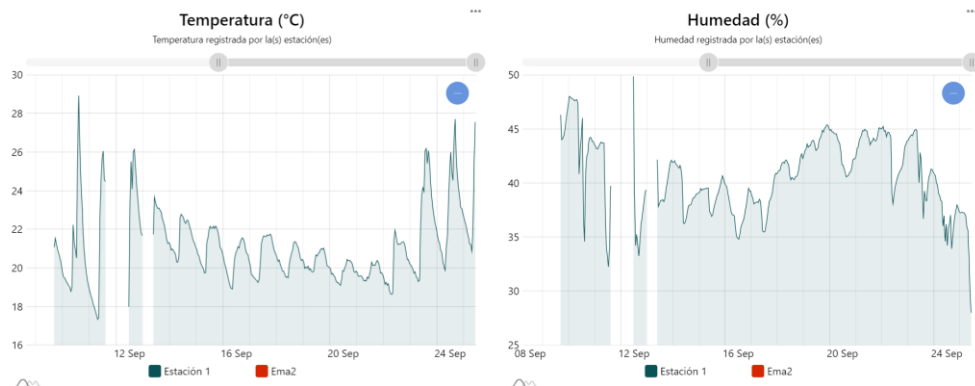
como microcontroladores o placas de desarrollo, para leer y escribir datos en la tarjeta mediante una interfaz SPI.

En términos de funcionalidad de la EMA MICA, ésta opera en 2 modalidades: “Modo escuela” donde la EMA se encuentra conectada a wifi y “Modo Terreno” cuando es llevada a lugares sin conexión. En ambos modos puede operar en submodo Estación, donde registra datos cada 30 minutos, de forma similar a lo que hacen muchas estaciones profesionales para mantener un registro histórico temporal de los datos. y en submodo Experimento, donde el registro de datos es cada 30 segundos para facilitar la captura de datos en tiempos más cortos y evidenciar cambios en las variables. Si la EMA está conectada a wifi, los datos que registra son enviados al servidor, quien los recibe y los grafica en tiempo real (ver figura 4). Tanto los gráficos como la tabla de datos de todas las EMA MICA están disponibles de forma abierta en <https://etecc.cl/ema>.

Figura 4

Gráfico de dos de las variables de la estación de una escuela

Establecimiento: Escuela Pública Tranapunte
Comuna: Carahue
RBD: 6504



Fuente: Elaboración propia.

La plataforma web también permite que las variables de distintas estaciones sean comparadas entre ellas a través de gráficas. Por otro lado también se ha dejado disponible la opción de descargar los datos en formato CSV para que los docentes y sus estudiantes puedan realizar otros análisis y gráficas.

Respecto de la formación docente, se desarrolló un curso de 20 horas cuyo objetivo es fortalecer el conocimiento tecnológico-didáctico de los participantes, que se compone de 3 módulos: (i) Conociendo el KIT MICA, donde se aborda el marco TPACK como eje conceptual de integración de tecnología y luego se aborda el trabajo práctico con las estaciones y la plataforma, (ii) Trabajando con Datos, donde se abordan contenidos básicos de estadística, visualización de datos y uso de Excel, y (iii) Elaboración de Experiencias de Aprendizaje, donde se integra el uso de la tecnología en un plan de clases que puede abordar una o más asignaturas dadas las posibilidades de interdisciplina de tema central. Hasta la fecha de

este escrito se está implementando el módulo 2 del curso con dos grupos de profesores que suman un total de 17 personas de 11 centros escolares distintos.

Los profesores que están participando de la formación son docentes de escuelas y liceos, la mayoría de establecimientos rurales. Son docentes de Educación general básica, en su mayoría, les siguen profesores de especialidades del ámbito de las ciencias naturales (biología y química) y docentes de educación especial.

Las EMAs fueron entregadas a fines de agosto al primer grupo y tan solo hace una semana al segundo grupo, por lo tanto hasta el momento la información que se ha recopilado da cuenta de aspectos más de tipo técnico, donde ha surgido la necesidad de cambiar algunas unidades de medida para algunas variables (de presión por ejemplo) y necesidad de diversificar los soportes de materiales explicativos de la configuración y uso del dispositivo y el sistema.

A continuación se muestra una de las reflexiones de las profesoras del sur del país, frente al desafío de conectar la EMA a wifi en su escuela

“Día 1 con EMA: no me atreví ni a mirarla , por miedo a que algo le pasará

Día 2-3-4, la prendía pero no me aparecía nada, la dejé porque pensé que estaba estropeada por el viaje

Día 6

me costó un mundo llegar a activarla, así que al ver que yo no era capaz , me pregunté si los demás estarían igual y decidí pedir ayuda , creamos el WhatsApp y logré prenderla , logré conectarme a la red

Me junte con mi academia biotecnológica y los estudiantes quedaron fascinados, previamente estudié varias cosas y me planifique para hacer uso de EMA y Kit MICA

Hasta hoy EMA va como avión ✈️ y yo no tanto como avión pero sí como una Gaviota que le encanta lo que está pasando.

Profesora X

Escuela pública XXXXX "

Otros profesores han participado más activamente en el WhatsApp del grupo que en la plataforma Moodle, elemento que también es digno de analizar dado que los habituales espacios que se utilizan para la formación no están siendo necesariamente los más visitados.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El diseño de recursos tecnológicos diseñados bajo criterios pedagógicos y científicos tiene mucho futuro dada la amplia gama de componentes electrónicos de bajo coste y la oferta de ambientes de desarrollo gratuitos, con baja barrera de entrada (Silva et al., 2023)(Ullo y Sinha, 2020). A pesar de ello la oferta sigue capturada, al menos en Chile, por productos de alto costo.

Para la apropiación de un recurso tecno-educativo que genere impacto es necesario acompañar a los docentes con procesos de formación que les permitan utilizar la tecnología con todo su potencial (Martín-Párraga et al., 2024).

La incorporación de profesionales que han estado a cargo del desarrollo de la tecnología en el diálogo directo con los docentes en el proceso de formación ha sido una experiencia muy enriquecedora y necesaria para entrar en el diálogo necesario para proyectar una relación virtuosa de

Universidad-Escuela, que consideramos fundamental para abrir paso a desarrollos pertinentes cultural y pedagógicamente, y posibles de masificar a través de iniciativas colaborativas que permitan efectivamente realizar investigación escolar auténtica.

Es necesario declarar también las limitaciones de este estudio, ya que en términos tecnológicos los resultados están completos, sin embargo la etapa de formación aún se encuentra en desarrollo.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. H. Abdulwahid, (September 27-30, 2020). IoT Based Water Quality Monitoring System for Rural Areas 2020 9th International Conference on Renewable Energy Research and Application (ICRERA), Glasgow, UK.

Bermúdez Gamez, N. A., & Perea Rodríguez, R. L. (2019). Implementation of ICT to Contribute to the Learning Process of Geography in an Educational Institution of Cundinamarca. EDUTECH REVIEW. International Education Technologies Review Revista Internacional De Tecnologías Educativas, 6(2), pp. 81-92. <https://doi.org/10.37467/gka-revedutech.v6.2307>

Dirección Meteorológica de Chile (s.f.) *Red de Estaciones Automáticas DGAC-DMC*. Dirección General de Aeronáutica Civil. <https://climatologia.meteochile.gob.cl/>

González, R.D. (2014). APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO, ENSEÑANZA ACTIVA Y GEOINFORMACIÓN: HACIA UNA DIDÁCTICA DE LA GEOGRAFÍA INNOVADORA. *Didáctica Geográfica*, 17-36.

Hepp, P., Pino, S. (2023). Tecnologías para el aprendizaje activo de las ciencias en C. Merino (Ed.) *Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias con Tecnologías* (pp. 97-126). Ediciones Universitarias de Valparaíso.

Holler, S., Sankar, U., McNeil, M., Knuts, M., & Jack, J. (2023). Education for Environmental Justice: The Fordham Regional Environmental Sensor for Healthy Air. *Social Sciences*, 12(12):681. <https://doi.org/10.3390/socsci12120681>

Lasa, Carmen et al (2017). *Métodos Ágiles. Scrum, Kanban, Lean*. ANAYA.

- Martín - Párraga, Lorena & Llorente-Cejudo, Carmen & Almenara, Julio. (2024). Las TIC como espacio de progreso hacia el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (ODS4) ICTs as a space for progress towards Sustainable Development Goal 4 (SDG4). *Revista Lusófona de Educação*. 75-88. <http://dx.doi.org/10.24140/issn.1645-7250.rle61.05>
- Santos, M.J.S., Carlos, V,& Moreira, A.A. (2023). Building the Bridge to a Participatory Citizenship: Curricular Integration of Communal Environmental Issues in School Projects Supported by the Internet of Things. *Sensors*, 23(6), 3070. <https://doi.org/10.3390/s23063070>
- Silva, M. J. (2023). A didactic model to support the use of senses and sensors in environmental education problem solving. *Australian Journal of Environmental Education*, 39(1), pp. 108–124, <https://doi.org/10.1017/ae.2022.22>
- Silva, M.J., Gouveia, C.,& Gomes, C.A. (2023). The Use of Mobile Sensors by Children: A Review of Two Decades of Environmental Education Projects. *Sensors* 23(18), 7677. <https://doi.org/10.3390/s23187677>
- Ullo, S.L., Sinha, G.R. (2020) Advances in Smart Environment Monitoring Systems Using IoT and Sensors. *Sensors* 20(11):3113. <https://doi.org/10.3390/s20113113>
- United Nations. (s. f.). La educación es la clave para abordar el cambio climático | Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/climate-change/climate-solutions/education-key-addressing-climate-change>

Agradecemos la colaboración de las y los docentes que han participado en las actividades que han permitido el desarrollo tecnológico de este proyecto y a sus sostenedores por facilitar esta colaboración.

Agradecemos a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) por el financiamiento del FONDEF 2310354 en el cual se enmarca este desarrollo y al equipo de investigadores del proyecto FONDECYT 1211092 por colaborar con el prototipo inicial de la estación de monitoreo ambiental.

ACTITUDES FAMILIARES HACIA EL USO DE DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS POR LOS MENORES

Santos Urbina Ramírez

santos.urbina@uib.es <https://orcid.org/0000-0003-2184-1303>

Sofía Villatoro Moral

sofia.villatoro@uib.es <https://orcid.org/0000-0003-2436-0468>

Gemma Tur Ferrer

gemma.tur@uib.es <https://orcid.org/0000-0003-4508-6808>

Jesús Salinas Ibáñez

jesus.salinas@uib.es <https://orcid.org/0000-0002-3043-8455>

Universidad de las Islas Baleares (España)

RESUMEN

Este estudio explora la relación entre las actitudes de las familias hacia las tecnologías digitales y el uso de estos dispositivos por parte de los menores en el contexto educativo. A pesar de la creciente presencia de herramientas digitales en los hogares, existe una necesidad de comprender si las percepciones parentales influyen en el uso de dispositivos con fines de aprendizaje.

Se utilizó un enfoque cuantitativo descriptivo para analizar los datos recolectados mediante el cuestionario COMCEFAM, compuesto por 36 ítems validados por expertos. La encuesta fue distribuida online a través de asociaciones de padres y recibió 1458 respuestas válidas. Se empleó la prueba Alpha de Cronbach para asegurar la consistencia interna del cuestionario ($\alpha=0.854$).

Los resultados indican que la mayoría de los hogares dispone de una media de 9.32 dispositivos digitales, de los cuales los menores utilizan en promedio 2.23. Aunque las familias manifiestan actitudes generalmente positivas hacia el uso de estos dispositivos, especialmente para la comunicación con la escuela, no se

encontró una relación directa entre estas actitudes y la cantidad de dispositivos utilizados para el aprendizaje (ordenadores y tablets). Por otra parte, una actitud más favorable de las familias estaría asociada con un nivel alto de uso de dispositivos por parte de los menores, en general.

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto de una más efectiva relación familia-escuela, el uso eficaz de los medios digitales y la actitud de las familias hacia estos sigue siendo objeto de estudio. Algunos de ellos se centran en la actitud de los progenitores y en la confianza que depositan en los mismos como mediadores de experiencias de aprendizaje (Dias et al., 2016; Grané, 2021; Jacovkis et al., 2022).

En investigaciones anteriores se ha demostrado que las Tecnologías Digitales (TD) pueden favorecer la relación entre la familia y la escuela (Smith, 2023), así como la participación de estas (Escueta et al., 2017). Algunos estudios destacan la variedad de factores que afectan el impacto positivo de las TD en el ámbito educativo, entre los cuales se encuentra el apoyo de la familia (Halpern et al., 2021; Timotheou et al., 2023). En particular, las TD se presentan como herramientas que facilitan una conexión efectiva entre las familias y el centro educativo a medida que hijos e hijas crecen (Hill y Tyson, 2009).

La actitud de las familias hacia las TD no es unívoca. En términos generales, se registran opiniones positivas sobre su uso en el ámbito educativo (Sánchez-Martínez y Ricoy, 2018; Hidalgo, 2021). No obstante, a pesar de esta predisposición, el estudio de Sánchez-Martínez y Ricoy (2018) concluye que las familias no creen que las TD tengan un impacto

significativo en el aprendizaje. Cuando se examinan las actitudes en relación con variables demográficas y socioeconómicas, no se encuentran diferencias significativas en la disposición hacia las TD según el nivel de ingresos (Zakaria et al., 2022), aunque sí se nota una variación según la edad de los progenitores; en este último caso, los padres más jóvenes tienden a mostrar una actitud más positiva (Graham, 2010). Cabe destacar que las familias son más favorables a las TD cuando estas se perciben como necesarias para la vida en la sociedad actual y para el futuro profesional de hijos e hijas (Ortiz et al., 2011; Calderón-Garrido et al., 2024; Torrecillas-Lacave et al., 2017).

La progresiva incursión de las plataformas digitales en el sistema educativo, especialmente acusada desde la pandemia, ha traído a colación una nueva preocupación por las TD en la escuela, dado el fenómeno de datificación que éstas han conllevado, aunque los estudios siguen revelando una mayoritaria percepción familiar positiva (Rivera-Vargas et al., 2024).

Las familias tienen un importante papel como mediadoras en el uso de los medios digitales por parte de los menores (Macià y Garreta, 2019; Calderón-Garrido et al., 2024). Así, los padres no solo facilitan el acceso a la tecnología, sino que también influyen en cómo los menores utilizan estos dispositivos para aprender y participar en la sociedad digital. Este proceso de mediación es importante, ya que las actitudes y el apoyo parental pueden promover un uso más activo y creativo de las tecnologías (Livingstone y Blum-Ross, 2019). Sin embargo, las posibilidades de las familias para desempeñar este rol de forma efectiva dependen de factores

socioeconómicos, lo que puede generar ciertas desigualdades (Livingstone et al., 2017).

El objetivo general de este trabajo consiste en determinar las posibles relaciones entre la actitud de los progenitores y el uso de dispositivos tecnológicos por parte de sus hijos. Por otra parte, nos proponemos los siguientes objetivos específicos:

- determinar la posible relación entre número de dispositivos familiares y acceso por parte de los menores
- analizar la relación entre actitudes parentales hacia el uso de las TD en el centro educativo y el acceso a estas por parte de los menores

Este estudio forma parte de una investigación más amplia acerca de las percepciones de las familias sobre el uso de las TD para la comunicación con los centros educativos.

2. MÉTODO

El estudio presentado es de tipo descriptivo. Para la recogida de datos se usó un cuestionario (COMCEFAM - Cuestionario de opinión sobre la comunicación entre el centro educativo y las familias) de 36 ítems, distribuido online a través de asociaciones de padres de centros de enseñanza obligatoria de la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares y obteniéndose un total de 1458 respuestas válidas. El cuestionario se estructuró en diferentes bloques con preguntas de índole diversa, incluyendo cada uno de ellos una escala tipo Likert, con seis opciones de respuesta. Se llevó a cabo la validación de contenido mediante consulta a 14 expertos del área de Didáctica y Organización Escolar. La consistencia interna, medida mediante la prueba Alpha de Cronbach, fue alta ($\alpha=0,854$).

3. RESULTADOS

En el cuestionario, se preguntó a las familias acerca de cuántos dispositivos disponían en el hogar, por tipo (ordenador de sobremesa, portátil, tablet, smart TV, móvil, consola, asistente de voz), hallando una media de 9,32 dispositivos por hogar (con una desviación estándar de 3,62), siendo el mínimo de dispositivos 2 y 28 el máximo.

Si nos centramos en los más relacionados con las tareas escolares (ordenadores fijos, portátiles y tablets), encontramos que los hogares tienen una media de 0,77 ordenadores fijos, 1,57 portátiles y 1,25 tablets. Pero más allá de estos datos, nos interesa conocer cuántos de esos dispositivos son utilizados por menores.

También se preguntó acerca de cuántos de esos dispositivos usaban los niños pero, dado que en cada hogar convive un número variable de ellos, consideramos conveniente crear un cociente entre número de dispositivos y menores. De manera conjunta, 2,23 dispositivos de media son usados por menores en cada hogar (de los 9,32 de media, que dicen tener). Tras obtener el cociente mencionado, este número se reduce a 1,36 dispositivos de media, por niño (recordemos que nos referimos, en este caso, únicamente a ordenadores fijos, portátiles y tablets).

A continuación, analizamos la posible relación entre el número de dispositivos (todo tipo de ellos) en el hogar y el uso por parte de los menores. Para ello se establecieron tres niveles: bajo (hasta 7 dispositivos), medio (de 8 a 11) y alto (12 o más dispositivos).

Si observamos la Tabla 1, es de destacar que, a medida que aumenta el nivel de dispositivos en el hogar, también aumenta el uso de ordenadores por

parte de los menores. Por otra parte, en los hogares con bajo nivel de dispositivos, un porcentaje cercano a la mitad, no usan ordenador fijo, siendo más común que en aquellos con niveles medio y alto usen uno o dos equipos.

Tabla 1

Número de ordenadores que usan los menores en relación con el nivel de dispositivos en el hogar

		Rangos dispositivos						Total	
		Alto		Bajo		Medio			
		N	%	N	%	N	%	N	%
Ordenadores que usan los menores	0	161	47,1%	398	82,1%	427	67,7%	986	67,6%
	1	100	29,2%	64	13,2%	157	24,9%	321	22,0%
	2	62	18,1%	22	4,5%	40	6,3%	124	8,5%
	3	14	4,1%	1	0,2%	7	1,1%	22	1,5%
	4	3	0,9%	0	0,0%	0	0,0%	3	0,2%
	5	2	0,6%	0	0,0%	0	0,0%	2	0,1%
Total		342	100,0%	485	100,0%	631	100,0%	1458	100,0%

De manera similar, la disponibilidad de un mayor número de dispositivos en el hogar parece estar relacionada con un mayor uso del ordenador portátil por parte de los menores (Tabla 2). De estos datos podemos destacar que en más de la mitad de hogares con un nivel bajo (56,3%), los menores no usan portátiles. Por el contrario, aquellos con niveles medio y alto, aglutinan usos cercanos al 50%. Y en los que tienen un nivel alto, los menores que usan 2 portátiles superan la cuarta parte.

Tabla 2

Número de portátiles que usan los menores en relación al nivel de dispositivos en el hogar

		Rangos dispositivos						Total	
		Alto		Bajo		Medio			
		N	%	N	%	N	%	N	%
Portátiles que usan los menores	0	80	23,4%	273	56,3%	213	33,8%	566	38,8%
	1	145	42,4%	168	34,6%	301	47,7%	614	42,1%
	2	94	27,5%	40	8,2%	105	16,6%	239	16,4%
	3	18	5,3%	4	0,8%	11	1,7%	33	2,3%
	4	4	1,2%	0	0,0%	1	0,2%	5	0,3%
	5	1	0,3%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,1%
Total		342	100,0%	485	100,0%	631	100,0%	1458	100,0%

En cuanto al uso de tablets (Tabla 3), casi un 50% de menores en hogares con un nivel bajo de dispositivos, no usa tablets, si bien una parte importante (36,3%) usa una. También en este caso, a medida que aumenta el nivel de dispositivos en el hogar, el uso de varias tablets por los menores aumenta.

Tabla 3

Número de tablets que usan los menores en relación al nivel de dispositivos en el hogar

		Rangos dispositivos							
		Alto		Bajo		Medio		Total	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Tablets que usan los menores	0	61	17,8%	242	49,9%	181	28,7%	484	33,2%
	1	148	43,3%	176	36,3%	291	46,1%	615	42,2%
	2	108	31,6%	59	12,2%	148	23,5%	315	21,6%
	3	20	5,8%	7	1,4%	11	1,7%	38	2,6%
	4	4	1,2%	1	0,2%	0	0,0%	5	0,3%
	5	1	0,3%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,1%
Total		342	100,0%	485	100,0%	631	100,0%	1458	100,0%

Considerando ahora el número de hijos de las familias, vamos a comprobar si existe una relación significativa entre el número de dispositivos y el uso por parte de los menores. Al aplicar la prueba de Spearman obtenemos un coeficiente de correlación de 0,422 y un valor $p < 0,001$, lo que indica la existencia de una asociación significativa positiva entre ambas variables. Es decir, que a mayor número de dispositivos en la familia, mayor uso por parte de los niños.

A continuación, vamos a comprobar la relación existente entre el uso de dispositivos por parte de los menores y las actitudes de los padres hacia las herramientas digitales para la comunicación familia-escuela (y otros aspectos).

La escala de actitudes está compuesta por seis ítems, que pasamos a relacionar, a continuación, con el uso de dispositivos por parte de los menores. En primer lugar, agrupamos también en tres niveles el número de

dispositivos que usan los menores: bajo (menos de 1), medio (entre 1 y 2) y alto (más de dos dispositivos). Encontramos que el 52,5% se sitúan en el nivel inferior, el 36,7% en el medio, y el 10,8% en el nivel alto, con una media de 1,58 dispositivos.

Como se puede apreciar en la Tabla 4, de manera general, e independientemente del rango de uso, parece haber una actitud favorable hacia la utilidad de las tecnologías digitales para la comunicación con la escuela. De todas formas, se aprecia una actitud algo más positiva, si cabe, en el rango medio de uso de dispositivos por los menores (91,6%, para las valoraciones 4 y 5).

Tabla 4

Relación entre nivel de uso y actitud: Las tecnologías digitales son útiles para la comunicación familia-escuela

		Actitud: Las tecnologías digitales son útiles para la comunicación familia-escuela					Total	
			1	2	3	4	5	
Rango_dispositivos_hijos	Bajo	Recuento	15	18	73	326	333	765
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	2,0%	2,4%	9,5%	42,6%	43,5%	100,0%
		% del total	1,0%	1,2%	5,0%	22,4%	22,8%	52,5%
	Medio	Recuento	6	6	33	236	254	535
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	1,1%	1,1%	6,2%	44,1%	47,5%	100,0%
		% del total	0,4%	0,4%	2,3%	16,2%	17,4%	36,7%
	Alto	Recuento	1	2	18	66	71	158
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	0,6%	1,3%	11,4%	41,8%	44,9%	100,0%
		% del total	0,1%	0,1%	1,2%	4,5%	4,9%	10,8%
	Total	Recuento	22	26	124	628	658	1458
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	1,5%	1,8%	8,5%	43,1%	45,1%	100,0%
		% del total	1,5%	1,8%	8,5%	43,1%	45,1%	100,0%

Como se puede ver a partir de los datos (Tabla 5), la tendencia es similar: hay una actitud general positiva sobre la sencillez de uso de las herramientas digitales para la comunicación, si bien es algo más acentuada en el rango alto de uso de dispositivos por los menores (sumando más de un 80% en los dos valores superiores).

Tabla 5

Relación entre nivel de uso y actitud: Las tecnologías digitales para la comunicación familia-escuela son fáciles de usar

			Actitud: Las tecnologías digitales para la comunicación familia-escuela son fáciles de usar					
			1	2	3	4	5	Total
Rango_dispositivos_hijos	Bajo	Recuento	15	39	134	359	218	765
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	2,0%	5,1%	17,5%	46,9%	28,5%	100,0%
		% del total	1,0%	2,7%	9,2%	24,6%	15,0%	52,5%
	Medio	Recuento	6	28	91	248	162	535
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	1,1%	5,2%	17,0%	46,4%	30,3%	100,0%
		% del total	0,4%	1,9%	6,2%	17,0%	11,1%	36,7%
	Alto	Recuento	1	7	23	84	43	158
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	0,6%	4,4%	14,6%	53,2%	27,2%	100,0%
		% del total	0,1%	0,5%	1,6%	5,8%	2,9%	10,8%
Total	Recuento	22	74	248	691	423	1458	
	% dentro de Rango_dispositivos_hijos	1,5%	5,1%	17,0%	47,4%	29,0%	100,0%	
	% del total	1,5%	5,1%	17,0%	47,4%	29,0%	100,0%	

Nuevamente, encontramos que, de manera independiente del rango de uso de dispositivos por parte de los menores, las familias muestran una actitud positiva hacia la idea de que las tecnologías digitales favorecen la participación de las familias (Tabla 6). Al igual que en el anterior ítem, los porcentajes más favorables son algo mayores en las familias con un nivel más alto de uso.

Tabla 6

Relación entre nivel de uso y actitud: Las tecnologías digitales favorecen la participación de las familias

			Actitud: Las tecnologías digitales favorecen la participación de las familias					
			1	2	3	4	5	Total
Rango_dispositivos_hijos	Bajo	Recuento	28	60	191	293	193	765
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	3,7%	7,8%	25,0%	38,3%	25,2%	100,0%
		% del total	1,9%	4,1%	13,1%	20,1%	13,2%	52,5%
	Medio	Recuento	12	28	140	209	146	535
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	2,2%	5,2%	26,2%	39,1%	27,3%	100,0%
		% del total	0,8%	1,9%	9,6%	14,3%	10,0%	36,7%
	Alto	Recuento	3	13	27	71	44	158
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	1,9%	8,2%	17,1%	44,9%	27,8%	100,0%
		% del total	0,2%	0,9%	1,9%	4,9%	3,0%	10,8%
Total	Recuento	43	101	358	573	383	1458	
	% dentro de Rango_dispositivos_hijos	2,9%	6,9%	24,6%	39,3%	26,3%	100,0%	
	% del total	2,9%	6,9%	24,6%	39,3%	26,3%	100,0%	

De nuevo, comprobamos que las familias muestran una actitud positiva hacia la idea de que las tecnologías digitales facilitan el aprendizaje, sin

tener en cuenta el rango de uso de dispositivos por parte de los menores (Tabla 7). Y coincidiendo este caso con los dos ítems anteriores, en que las familias donde se observa un mayor grado de uso tienen los porcentajes más elevados en los valores 4 y 5 de la escala (72,1%).

Tabla 7

Relación entre nivel de uso y actitud: Las tecnologías digitales facilitan el aprendizaje

		Actitud: Las tecnologías digitales facilitan el aprendizaje					Total		
		1	2	3	4	5			
Rango_dispositivos_hijos	Bajo	Recuento	36	68	245	268	148	765	
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	4,7%	8,9%	32,0%	35,0%	19,3%	100,0%	
		% del total	2,5%	4,7%	16,8%	18,4%	10,2%	52,5%	
	Medio	Recuento	14	30	135	224	132	535	
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	2,6%	5,6%	25,2%	41,9%	24,7%	100,0%	
		% del total	1,0%	2,1%	9,3%	15,4%	9,1%	36,7%	
	Alto	Recuento	2	7	35	71	43	158	
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	1,3%	4,4%	22,2%	44,9%	27,2%	100,0%	
		% del total	0,1%	0,5%	2,4%	4,9%	2,9%	10,8%	
	Total		Recuento	52	105	415	563	323	1458
			% dentro de Rango_dispositivos_hijos	3,6%	7,2%	28,5%	38,6%	22,2%	100,0%
			% del total	3,6%	7,2%	28,5%	38,6%	22,2%	100,0%

A continuación (Tabla 8), podemos comprobar una tendencia similar a lo ocurrido en los ítems previos: las familias, en todos los niveles de uso de dispositivos por parte de los menores, coinciden en una actitud favorable hacia la afirmación relacionada con el uso de las TD para organizar las actividades propuestas por el centro. En este caso, los porcentajes más elevados se sitúan en el rango alto de uso de dispositivos (72,8%, en las categorías 4 y 5).

Tabla 8

Relación entre nivel de uso y actitud: Las tecnologías digitales permiten organizar las actividades propuestas por el centro

		Actitud: Las tecnologías digitales permiten organizar las actividades propuestas por el centro					Total	
		1	2	3	4	5		
Rango_dispositivos_hijos	Bajo	Recuento	19	34	214	326	172	765
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	2,5%	4,4%	28,0%	42,6%	22,5%	100,0%
		% del total	1,3%	2,3%	14,7%	22,4%	11,8%	52,5%
	Medio	Recuento	12	15	141	246	121	535
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	2,2%	2,8%	26,4%	46,0%	22,6%	100,0%
		% del total	0,8%	1,0%	9,7%	16,9%	8,3%	36,7%
	Alto	Recuento	2	4	37	80	35	158
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	1,3%	2,5%	23,4%	50,6%	22,2%	100,0%
		% del total	0,1%	0,3%	2,5%	5,5%	2,4%	10,8%
Total		Recuento	33	53	392	652	328	1458
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	2,3%	3,6%	26,9%	44,7%	22,5%	100,0%
		% del total	2,3%	3,6%	26,9%	44,7%	22,5%	100,0%

En este último ítem podemos constatar, una vez más, cómo las percepciones son, en general, muy favorables acerca de la necesidad de las TD en la sociedad actual. Observamos, no obstante, que aquí el nivel medio obtiene unos porcentajes ligeramente superiores a los otros, en las categorías más elevadas de la escala (90,7%).

Tabla 9

Relación entre nivel de uso y actitud: Las tecnologías digitales son necesarias en la sociedad actual

		Actitud: Las tecnologías digitales son necesarias en la sociedad actual					Total	
		1	2	3	4	5		
Rango_dispositivos_hijos	Bajo	Recuento	12	21	112	338	282	765
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	1,6%	2,7%	14,6%	44,2%	36,9%	100,0%
		% del total	0,8%	1,4%	7,7%	23,2%	19,3%	52,5%
	Medio	Recuento	4	9	37	252	233	535
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	0,7%	1,7%	6,9%	47,1%	43,6%	100,0%
		% del total	0,3%	0,6%	2,5%	17,3%	16,0%	36,7%
	Alto	Recuento	0	0	20	63	75	158
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	0,0%	0,0%	12,7%	39,9%	47,5%	100,0%
		% del total	0,0%	0,0%	1,4%	4,3%	5,1%	10,8%
Total		Recuento	16	30	169	653	590	1458
		% dentro de Rango_dispositivos_hijos	1,1%	2,1%	11,6%	44,8%	40,5%	100,0%
		% del total	1,1%	2,1%	11,6%	44,8%	40,5%	100,0%

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La relación familia y escuela se ha vinculado con el éxito escolar, y la comunicación digital entre ambas partes (Salinas, 2024). Como hemos podido constatar, de manera general, encontramos una valoración muy

favorable de las familias hacia el uso de TD para la comunicación con la escuela (y otros usos), lo que no parece ir asociado con el número de dispositivos usados por los menores. No obstante, en las actitudes más favorables podemos observar que, mayoritariamente, hay una coincidencia con el nivel alto de uso (y en algún caso, con el nivel medio).

Nuestros resultados, al igual que los ofrecidos en el estudio de Gür y Türel (2022), indican que los padres suelen tener actitudes positivas hacia el uso que hacen sus hijos de las tecnologías digitales con fines educativos. Esto, probablemente estaría relacionado con la creencia de que favorecen las oportunidades en la sociedad actual y el futuro profesional de los hijos e hijas (Ortiz et al., 2011; Calderón-Garrido et al., 2024; Torrecillas-Lacave et al., 2017).

En un estudio llevado a cabo por Covolo et al. (2019), se llega a la conclusión de que existe una discrepancia entre actitudes poco favorables de los padres y el uso de dispositivos digitales por parte de sus hijos. A pesar de que muchos padres inciden en los riesgos de las tecnologías, permitirían un uso mayor al recomendado. Además, la correlación significativa encontrada entre el número de dispositivos disponibles y su uso sugiere que las barreras no radican exclusivamente en la percepción familiar, sino en factores como la accesibilidad y la capacitación tecnológica de las familias, un fenómeno que también ha sido identificado en investigaciones previas (Macià y Garreta, 2018).

Parece haber una cierta relación entre el número dispositivos que tienen las familias y aquellos dispositivos utilizados para el aprendizaje por los

menores. Este dato permite reflexionar sobre la posible brecha digital existente entre aquellas familias con más recursos y las que no disponen de ellos, poniendo de manifiesto la importancia de los aspectos económicos y cómo pueden influir en el acceso a valiosos recursos para el aprendizaje.

El análisis conjunto de estos aspectos nos permite poner el foco ante la realidad de una presencia y uso masivo de las tecnologías digitales en contextos familiares donde la seguridad, privacidad y bienestar físico y psicológico puede no ser objeto de reflexión parental, aunque la actitud hacia los usos educativos sea favorable. También la brecha digital es un fenómeno que puede surgir de variables de riesgo como el acceso a la tecnología en entornos familiares con dificultades para su uso, lo cual puede poner en situación vulnerable a los menores. Los usos creativos, más allá de las plataformas adaptativas para el aprendizaje, también requieren de apoyo desde la familia (Livingstone y Blum-Ross, 2019), por lo que actitudes y competencias digitales pueden ser mediadores clave en los usos de las TD para el aprendizaje.

Este estudio abre la puerta a futuras investigaciones que analicen de manera longitudinal cómo evolucionan las actitudes de las familias hacia el uso de las TD a medida que los menores avanzan en sus etapas educativas y si estas percepciones estuviesen relacionadas con el acceso que permiten a los hijos e hijas. Esto es especialmente relevante considerando la actual situación de cuestionamiento del uso de dispositivos móviles en los centros educativos. Por otra parte, también sería interesante adoptar un enfoque cualitativo para profundizar en la percepción de las familias acerca del potencial educativo de las TD y el uso que se les da en los hogares en relación al aprendizaje de los menores.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calderón-Garrido, D., Moreno-González, A., Lindín, C., y Parcerisa, L. (2024). Entre la adopción pedagógica y el uso de los datos: Las familias ante las plataformas digitales. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (87), 14-27. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.87.3027>
- Covolo, L., Roncali, J., Zaniboni, D., Mapelli, V., Ceretti, E., y Gelatti, U. (2019). Children and digital devices: a survey on risk perception and use. *European Journal of Public Health*, 29 (Supplement_4), ckz185-101. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckz185.101>
- Gür, D., y Türel, Y. K. (2022). Parenting in the digital age: Attitudes, controls and limitations regarding children's use of ICT. *Computers & Education*, 183, 104504. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104504>
- Dias, P., Brito, R., Ribbens, W., Daniela, L., Rubene, Z., Dreier, M., Gemo, M., Di Gioia, R. y Chaudron, S. (2016). The role of parents in the engagement of young children with digital technologies: Exploring tensions between rights of access and protection, from “gatekeepers” to “scaffolders”. *Global Studies of Childhood*, 6(4), 414-427. <https://doi.org/10.1177/2043610616676024>
- Escueta, M., Quan, V., Nickow, A. J., & Oreopoulos, P. (2017). *Education technology: An evidence-based review*. NBER Working Paper No. w23744. <https://ssrn.com/abstract=3031695>
- Graham, R. (2010). Group differences in attitudes towards technology among Americans. *New Media & Society*, 12(6), 985-1003. <https://doi.org/10.1177/1461444809341436>
- Grané, M. (2021). Mediación digital parental. ¿Es necesaria una educación digital en la primera infancia? *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 76, 7-21. <https://doi.org/10.21556/edutec.2021.76.2037>
- Halpern, D., Piña, M., & Ortega-Gunckel, C., (2021). Parent and school mediation: use of technology to enhance school performance. *Educación XX1*, 24(2), 257-282. <https://doi.org/10.5944/educXX1.28716>
- Hidalgo, K. (2021). Associations Among Parental Attitudes on Technology, Digital Literacy, and Children's Learning Outcomes in the 2020 Pandemic. *Student Research Proceedings*, 6(1). <https://doi.org/10.31542/r.2303>
- Hill, N., & Tyson. D. (2009). Parental Involvement in Middle School: A Meta-Analytic Assessment of the Strategies that Promote Achievement.

Developmental Psychology, 45(3), 740-763.
<https://doi.org/10.1037/a0015362>

Jacovkis, J., Rivera-Vargas, P., Parcerisa, L., y Calderón-Garrido, D. (2022). Resistir, alinear o adherir. Los centros educativos y las familias ante las BigTech y sus plataformas educativas digitales. *Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (82), 104-118. <https://doi.org/10.21556/edutec.2022.82.2615>

Livingstone, S., & Blum-Ross, A. (2019). Parents' role in supporting, brokering or impeding their children's connected learning and media literacy. *Cultural Science Journal*, 11(1), 68-77. <https://doi.org/10.5334/csci.124>

Livingstone, S., Ólafsson, K., Helsper, E. J., Lupiáñez-Villanueva, F., Veltri, G. A., y Folkvord, F. (2017). Maximizing opportunities and minimizing risks for children online: The role of digital skills in emerging strategies of parental mediation. *Journal of Communication*, 67(1), 82-105. <https://doi.org/10.1111/jcom.12277>

Macià, M. y Garreta, J. (2018). Accesibilidad y alfabetización digital: barreras para la integración de las TIC en la comunicación familia/escuela. *Revista de Investigación Educativa*, 36(1), 239-257. <http://dx.doi.org/10.6018/rie.36.1.290111>

Macià Bordalba, M., & Garreta Bochaca, J. (2019). Digital media for family-school communication? Parents' and teachers' beliefs. *Computers in Education*, 132(1), 44-62. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2019.01.006>

Ortiz, R. W., Green, T., & Lim, H. (2011). Families and Home Computer Use: Exploring Parent Perceptions of the Importance of Current Technology. *Urban Education*, 46(2), 202-215. <https://doi.org/10.1177/0042085910377433>

Rivera-Vargas, P., Calderón-Garrido, D., Moreno-González, A., & Massó-Guijarro, B. (2024). Percepciones de las familias sobre el uso de plataformas digitales comerciales en las escuelas públicas: Un estudio sobre la confianza y la privacidad digital. REICE. Revista Iberoamericana sobre *Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 22(2), 85-99. <https://doi.org/10.15366/reice2024.22.2.005>

Salinas, J. (2024). Educación digital y colaboración familiar. En J. Salinas & B. De-Benito (Coords.). *Conexiones digitales. La comunicación entre la familia y la escuela en las Islas Baleares* (pp. 15-27). Dykinson.

- Sánchez-Martínez, C., & Ricoy, M. C. (2018). Position of the family towards tablet use on learning of Primary Education students. *Digital Education Review*, 267-283. <https://doi.org/10.1344/DER.2018.33.267-283>
- Smith, M. (2023). Virtual connections for parental engagement: What do digital spaces offer? *Studies in Technology Enhanced Learning*, 3(3). <https://doi.org/10.21428/8c225f6e.8843e9fa>
- Timotheou, S., Miliou, O., Dimitriadis, Y., Villagrà, S., Giannoutso, N., Cachia, R., Martínez Monés, A., & Ioannou, A. (2023). Impacts of digital technologies on education and factors influencing schools' digital capacity and transformation: A literature review. *Education and Information Technologies*, 28, 6695-6726. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11431-8>
- Torrecillas-Lacave, T., Vázquez-Barrio, T., & Monteagudo-Barandalla, L. (2017). Percepción de los padres sobre el empoderamiento digital de las familias en hogares hiperconectados. *Profesional de la información*, 26(1), 97-105. <http://dx.doi.org/10.3145/epi.2017.ene.10>
- Zakaria, W. N. F. W., Omar, S. K., Aziz, A. I., & Said, A. (2022). Parents' Attitudes towards Digital Technology Use in Early Childhood. *Social Sciences*, 12(10), 2531-2548. <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v12-i10/15204>

Este estudio forma parte de un trabajo más amplio financiado por la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares a través de la Dirección General de Política Universitaria e Investigación con fondos de la Ley del impuesto de estancias turísticas ITS 2017-006 (PDR2020/49).

UNA PROPUESTA EDUCATIVA PARA GEOGRAFÍA EN SECUNDARIA CON LA APLICACIÓN DE REALIDAD VIRTUAL BRINK TRAVELER

Alfonso Iglesias Amorín

alfonso.iglesias@usc.es <https://orcid.org/0000-0002-4579-767X>

Universidade de Santiago de Compostela (España)

RESUMEN

Este trabajo tiene por objeto plantear propuestas de uso del programa de realidad virtual *BRINK Traveler*, desarrollado por BRINK XR, para su aplicación didáctica en las aulas de educación secundaria. El principal objetivo es favorecer la adquisición de conocimientos de geografía física en la materia de Geografía e Historia.

La propuesta se basa en el aprendizaje inmersivo, que gracias a la evolución tecnológica de la realidad virtual se puede llevar a un nivel impensable hace unos años. La aplicación *BRINK Traveler* ofrece recreaciones virtuales de diferentes lugares del mundo realizadas con la técnica de fotogrametría.

La asombrosa calidad de los entornos virtuales genera un impacto en el alumnado que lo predispone favorablemente a la adquisición de contenidos, y la introducción en el aula de una tecnología atractiva y utilizada favorece una motivación e interés difícil de lograr por medios tradicionales. Además, la variedad de entornos permite tratar la mayor parte de los temas principales sobre geografía física que se recogen en los currículos de secundaria.

En el texto también reflexionaremos sobre las virtudes y los problemas del uso de esta tecnología emergente, que posee un enorme potencial pero que todavía presenta diversas limitaciones que lastran muchas de sus posibilidades educativas.

1. INTRODUCCIÓN

Aunque las tecnologías de realidad virtual (RV) comenzaron a desarrollarse en la segunda mitad del siglo XX, no ha sido hasta los últimos años cuando hemos presenciado un verdadero avance tecnológico que ha mejorado drásticamente tanto su accesibilidad como su calidad. Esta evolución ha abierto nuevas posibilidades para la implementación de la RV en diversos campos, incluyendo el ámbito educativo, donde ha ganado protagonismo como herramienta innovadora y motivadora. Cada vez más investigaciones se centran en analizar su impacto en las aulas y explorar cómo su uso puede transformar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

En este artículo, proponemos el uso de la aplicación *BRINK Traveler*, una herramienta de realidad virtual que permite a los usuarios sumergirse en la exploración de diversos entornos naturales del planeta. Gracias a su alta calidad visual, su capacidad inmersiva y su facilidad de uso, *BRINK Traveler* es una herramienta idónea para trabajar contenidos de geografía física en el primer curso de la ESO. Esta aplicación permite que el alumnado explore de manera activa y directa paisajes y fenómenos naturales como montañas, ríos, desiertos y otros escenarios geográficos, lo que favorece un aprendizaje más profundo y visual respecto a las formas tradicionales de enseñanza. Además, la edad del alumnado cumple con las recomendaciones de uso de esta tecnología, lo que la convierte en una opción segura y accesible en el aula.

En las siguientes páginas, analizaremos en detalle las cuestiones prácticas de su implementación en el aula, incluyendo las cuestiones logísticas. Se revisarán los recursos materiales requeridos, desde las gafas de realidad virtual hasta las consideraciones tecnológicas relacionadas con la conectividad y el espacio en el aula. Asimismo, se ofrecerá un análisis detallado de los contenidos curriculares que pueden trabajarse con esta herramienta, con ejemplos prácticos de cómo abordar temas específicos de geografía física, como la erosión, los volcanes o los climas, a través de experiencias inmersivas.

Además de los aspectos prácticos, también se explorarán algunas cuestiones teóricas relacionadas con el uso de la realidad virtual en la educación, abordando su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje y los beneficios cognitivos que aporta. Se incluirá un apartado dedicado a los enfoques pedagógicos más adecuados para integrar la RV en el aula, como el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje experiencial, y cómo estos enfoques favorecen la retención de conocimientos y el desarrollo de habilidades críticas en el alumnado. Finalmente, también reflexionaremos sobre las posibles limitaciones y desafíos de su uso, tanto a nivel técnico como pedagógico, así como las oportunidades de futuro que ofrece la RV para transformar la enseñanza de disciplinas como la geografía.

2. MÉTODO

La propuesta parte del uso de la RV como herramienta para implementar una metodología inmersiva, donde los estudiantes tienen la oportunidad de sentirse dentro del entorno que están estudiando. Cada vez hay más investigaciones al respecto (Campos-Soto et al., 2020), y se ha demostrado que este tipo de entornos inmersivos puede mejorar considerablemente la retención y la comprensión de la información presentada, como han destacado Kavanagh et al. (2017), que sugieren que la inmersión facilita el aprendizaje activo y la conexión emocional con el contenido. Este enfoque no solo permite que los estudiantes interactúen de manera más directa con los objetos de estudio, sino que también promueve un aprendizaje más significativo.

En la situación de aprendizaje que planteamos se contempla el uso de unas gafas de realidad virtual autónomas (en este caso, las Meta Quest 2), junto con una o dos tablets que, aunque opcionales, son recomendables para optimizar la experiencia. La elección de estos dispositivos responde a la necesidad de equilibrar la eficacia pedagógica con el coste de los recursos tecnológicos. Si bien el uso de un solo par de gafas de realidad virtual introduce limitaciones, como la necesidad de una rotación rápida de estudiantes (alrededor de 2-3 minutos por turno), las tablets permiten que

varios alumnos accedan simultáneamente a las imágenes, lo que complementa la experiencia inmersiva sin elevar excesivamente los costes (Figura 1).

En caso de no disponer de las tablets, se ha implementado una dinámica alternativa que ha resultado altamente efectiva. Mientras un estudiante usa las gafas de RV con la aplicación *BRINK Traveler*, el resto de los compañeros se dedican a identificar, a través de descripciones orales, los lugares que su compañero está explorando en el entorno virtual. Los demás alumnos toman notas en hojas impresas con una lista de posibles localizaciones, ayudando a integrar los contenidos de geografía física mediante el uso de habilidades de descripción y observación.

Figura 1

Recreación de la diferencia de inmersión entre el uso de una Tablet o de unas gafas de realidad virtual



Fuente: Página web del desarrollador: <https://www.brinkxr.com/>

Finalmente, la planificación contempla dos sesiones que se centran en objetivos de aprendizaje claramente definidos, todos ellos relacionados con contenidos de geografía física, y en buena medida como repaso de los mismos. La primera sesión supone la familiarización con la tecnología y un

primer reconocimiento de elementos geográficos, mientras que la segunda se destina a consolidar los aprendizajes adquiridos y asegurar que todo el alumnado haya podido participar. Se contempla también una evaluación final, diseñada para medir tanto la validez del recurso en cuanto a la mejora del aprendizaje como su efectividad para alcanzar los objetivos educativos planteados. Este proceso de evaluación busca no solo comprobar la comprensión de los contenidos, sino también analizar cómo la metodología inmersiva impacta en la motivación e implicación de los alumnos, aspectos clave en la introducción de tecnologías emergentes en el aula. De los 110 alumnos con los que probamos esta tecnología, solo 14 la habían experimentado previamente, lo que demuestra su escasa popularidad.

2.1. Coste actual y cuestiones logísticas

En la última década el mercado de gafas de VR, hasta entonces muy limitado, ha dado el gran salto, con múltiples opciones muy competitivas, niveles de calidad muy cercanos al fotorrealismo, gran cantidad de aplicaciones y una base de usuarios de muchos millones. Gracias a esto, las posibilidades de adquirir equipos potentes a unos precios razonables son notables. Al momento de escribir estas líneas gafas Meta Quest 2, las utilizadas en nuestra práctica docente, se pueden conseguir por 250 euros, mientras que modelos más potentes como las Meta Quest 3 o las PICO 4 se mueven en torno a los 400-500 euros. Estos valores, cercanos a los precios de dispositivos como tablets de gama media-alta, hacen que su adquisición por centros educativos sea viable. Además, estos dispositivos son autónomos, por lo que no es necesario conectarlos a un ordenador o cualquier otro equipo, y eso los hace mucho más flexibles. Es cierto que existen dispositivos de VR mucho más asequibles, como las Google Cardboard, cuyo uso pedagógico para la geografía también se ha puesto en valor (Trindade y Dos Santos, 2019), pero el nivel de inmersión no se puede comparar. Las tablets complementarias, por su parte, solo se emplearían si el centro educativo dispusiese ya de ellas y fuesen compatibles, pues serían un material de apoyo sin el cual se podría realizar igualmente la actividad. En cuanto a la aplicación, su descarga ronda los 15 euros, y el resto del contenido descargable es gratuito, por lo que resulta muy asequible.

Al margen de tener el dispositivo, conviene otras prevenciones antes de su utilización. Debe estar cargado al máximo porque su batería no es muy duradera, y conviene tener un soporte de sujeción que haga fácil el quitarlo y ponerlo, ya que se rotará continuamente. También es fundamental dejar una zona amplia y despejada de objetos, para trazar en ella la zona segura de RV y limitar al máximo el riesgo de tropiezos o caídas. La eficacia del sistema Guardián (Figura 2) permitió que de más de 100 alumnos ninguno se golpease con objetos del entorno, y solo registramos una caída, por fortuna sin consecuencias, por una simple pérdida de equilibrio. No obstante, conviene que el docente esté cerca del alumno que lleva puestas las gafas para cualquier eventualidad, y avisarlos de que, en caso de que no se sientan seguros, no caminen, pues la experiencia se puede disfrutar bastante bien simplemente moviendo la cabeza o girando desde el mismo sitio. Sin embargo, la experiencia nos dice que la gran mayoría de los alumnos no tienen ningún problema, y suelen desenvolverse muy cómodamente dentro del área designada.

Finalmente, conviene tener muy bien organizada la rotación, para que se pierda el menor tiempo posible y se pueda asegurar que todos los alumnos vayan a poder emplear el dispositivo en algún momento. Una gran ventaja de la aplicación utilizada es que al cambiarla de un usuario a otro no pasa al menú general de las gafas como la mayoría de aplicaciones, lo que no hace necesario explicar a cada alumno la interfaz del mismo.

Figura 2

Recreación visual del funcionamiento del sistema Guardián



Fuente: <https://gafasrealidadvirtual.net/>

2.2. Características de la aplicación

BRINK Traveler, desarrollada por BRINK XR y lanzada en 2021, es una aplicación que permite a los usuarios visualizar en VR entornos naturales capturados con la técnica de fotogrametría. En el momento de escribir este texto, *BRINK Traveler* dispone de un total de 29 localizaciones ubicadas en diferentes lugares del mundo, y muy variadas en cuanto a los entornos, como analizaremos más adelante. Además, su calidad es puntera en cuanto a nitidez, definición e interacción, superior a otras que podríamos usar como *Wander*, *World Traveler VR* o *National Geographic VR* (Fernández García, 2020).

Desplazarse de unos lugares a otros es algo muy rápido e intuitivo que se puede explicar a los alumnos en cuestión de segundos, y recordárselo al que esté en ese momento con el dispositivo. Al llegar a cada escenario nuevo una locución en castellano explica algunos aspectos sobre el lugar, y podemos ajustar el volumen en función de si queremos que todo el grupo

la escuche o no. Luego, hay varias posibilidades de exploración, como coger objetos, emplear una brújula, buscar unos puntos concretos, realizar fotografías o cambiar entre el día y la noche, pero lo que realmente nos interesa es la observación directa de los lugares.

La aplicación está catalogada como de experiencia moderada, lo que indica que es apropiada para la mayoría de las personas. En nuestra experiencia con más de 100 alumnos, ninguno sufrió mareos, aunque hubo 3-4 casos que pidieron retirarse las gafas antes de lo previsto por diferentes incomodidades. La aplicación permite moverse por los escenarios con un realismo asombroso, aunque lo escarpado de algunos lugares los hace más complicados para explorar, pero es muy fácil deshabilitar los que el docente considere oportunos.

Otra ventaja de la aplicación es que, aunque requiere conexión a internet para su descarga y las de los diferentes lugares, una vez que los tenemos instalados se puede acceder sin conexión, por lo que no sería obligatorio disponer de wifi en el aula.

3. RESULTADOS

La aplicación ha sido implementada con éxito tanto en alumnos de educación secundaria como en estudiantes universitarios del grado en maestro de educación primaria. En ambos casos, aunque tuvimos el reto logístico de contar con un único dispositivo de gafas de realidad virtual para un grupo numeroso de alumnos, este desafío fue superado de manera eficiente, lo que demostró la viabilidad de la propuesta para su uso en diversos contextos educativos.

Entre los contenidos curriculares trabajados en las distintas localizaciones (tabla 1) destacan áreas clave como el relieve terrestre, los sistemas fluviales, los climas y la variedad de paisajes geográficos. Estos temas han sido abordados de manera interactiva y visual, facilitando una comprensión más profunda y accesible para los estudiantes. Además, la situación de aprendizaje diseñada en torno a esta aplicación ha mostrado un alto grado de sinergia con asignaturas como Biología y Geología, potenciando

contenidos relacionados con los minerales y rocas, la vegetación o la hidrosfera. Esta integración interdisciplinar no solo enriquece la enseñanza de la geografía física, sino que también amplía el alcance del aprendizaje hacia otras áreas del currículo, creando una experiencia más completa y conectada para los alumnos.

La variedad de los 29 entornos virtuales permite tratar una cantidad muy amplia de temas, pudiendo cubrir casi todos los bloques esenciales de los currículos de geografía física de 1º de ESO, como pueden ser el relieve terrestre y su formación, las aguas continentales y oceánicas, el clima y la vegetación o los tipos de paisajes. Gracias a poder visitar montañas, cañones, acantilados, valles, glaciares, desiertos, playas, dunas o cascadas, por poner algunos ejemplos, podemos ir integrando todos estos contenidos, lo que hace que la actividad que planteamos sea ideal como repaso y refuerzo cuando ya se han trabajado la mayor parte de estos conocimientos.

Para entender mejor la potencialidad del recurso, a continuación dejamos una imagen de algunos de los lugares que se pueden visitar (Figura 3) y una tabla de elaboración propia con la lista completa y diversos elementos curriculares que se pueden trabajar en cada uno de los lugares.

No es necesario visitar todos los lugares, y en función del número de alumnos o los intereses del profesor, se puede limitar el listado a los más representativos. En nuestra propuesta para dos sesiones de 50 minutos, la rotación con las gafas sería de un alumno cada 2-3 minutos, lo que permitiría cubrir un grupo de 25-30 alumnos sin que ninguno se quede sin participar.

Tabla 1

Lista de lugares de la aplicación, junto con su tipología y posibles temáticas adicionales que tratar

Lugar / País	Tipología	Otros elementos a tratar
Aoraki - Monte Cook / Nueva Zelanda	Montaña	Glaciares, lagos glaciares, picos nevados.
Pico de Pino Solitario / EE.UU.	Montaña	Formaciones rocosas, valles áridos.
Monte Sunday / N. Zelanda	Montaña	Valles fluviales, llanuras aluviales, praderas.
Pena Ezkaurre / España	Montaña	Ríos, bosques atlánticos, laderas abruptas.
Monte Whitney / EE.UU.	Montaña	Picos rocosos, glaciares, mesetas altas.
Monte Morrison / EE.UU.	Montaña	Lagos alpinos, crestas rocosas, valles glaciales.
Ulsanbawi / Corea del Sur	Montaña	Rocas graníticas, bosques templados, picos escarpados.
Cañón del Antílope / EE.UU.	Cañón	Erosión fluvial, formaciones de arenisca, desiertos.
Cañón de Glen / EE.UU.	Cañón	Erosión, cañones fluviales, valles áridos
Singing Canyon / EE.UU.	Cañón	Paredes de arenisca, valles fluviales, barrancos.
Bryce Canyon / EE.UU.	Cañón	Formaciones de arenisca, erosión eólica, mesetas, barrancos.
Red Rock Canyon / EE.UU.	Cañón	Formaciones sedimentarias, fallas, desiertos, barrancos.
Circo de Gavarnie / Francia	Circo glaciar	Glaciares, cascadas, paredes escarpadas.
Pulpit Rock / Noruega	Acantilado	Fiordos, lagos, paredes rocosas, ríos.
Landmannalaugar / Islandia	Región montañosa	Campos de lava, aguas termales, montañas de riolita.
La Ola / EE.UU.	Formación rocosa/Desierto	Dunas de arena petrificada, erosión eólica.
Bardenas Reales / España	Desierto/Paraje semidesértico	Erosión, barrancos, mesetas, cañones.

White Pocket / EE.UU.	Formación rocosa / Área desértica	Formaciones de arenisca, erosión, dunas petrificadas, valles áridos.
Colinas de Alabama / EE.UU.	Colinas / Área rocosa	Formaciones graníticas, valles fluviales, cañones.
Risco de Cristal / EE.UU.	Pico rocoso	Rocas cristalinas, lagos alpinos, morrenas, crestas montañosas, glaciares.
Goblin Valley / EE.UU.	Valle / Formación rocosa	Erosión eólica, desiertos, mesetas, cañones.
Capadocia / Turquía	Valle / Formación rocosa	Chimeneas de hadas, cuevas, valles erosionados.
Playa de Navagio / Grecia	Playa	Acantilados calcáreos, aguas cristalinas, bahías, playas de arena.
Duna de Pilat / Francia	Duna de arena	Bosques costeros, erosión eólica, playas.
Valle de la Muerte / EE.UU.	Valle / Desierto	Dunas, salinas, montañas áridas, mesetas.
Marsella / Francia	Costa	Acantilados, playas, bahías, islas.
Haifoss / Islandia	Cascada	Ríos glaciares, cañones, acantilados.
Curva de la herradura / EE.UU.	Meandro	Cañón, río, mesetas, depósitos sedimentarios, acantilados.
Parque Nacional de Los Arcos / EE.UU.	Formación rocosa	Arcos de roca, mesetas, cañones, desiertos, erosión eólica.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3

Ejemplos de localizaciones que se pueden visitar virtualmente en la aplicación



Fuente: <https://store.steampowered.com/>

En cuanto a los materiales utilizados, además de las gafas de realidad virtual, a cada dos alumnos se les proporcionarán unas hojas con la lista de lugares y una pequeña imagen en blanco y negro de cada uno (al estilo de las de la figura 3). El desarrollo más completo de la sesión consiste en que cada alumno describa el entorno virtual en el que está inmerso, mientras el resto toma notas e intenta identificar a qué lugar del listado corresponde. Si la identificación resulta complicada, el profesor puede añadir información adicional para ayudar al grupo. Al finalizar cada sesión, se repasan las imágenes de los lugares visitados ese día, verificando el nivel de acierto del alumnado, y el profesor aporta las explicaciones necesarias para reforzar los contenidos geográficos.

Tras evaluar la actividad, podemos destacar varios beneficios. En primer lugar, se trabajan numerosos contenidos geográficos que resultan representativos de distintos espacios del planeta. Aunque 16 lugares están en Estados Unidos y 13 en otras partes del mundo, la diversidad geográfica es suficientemente amplia para que este sesgo no afecte negativamente. Es cierto que algunos entornos podrían echarse en falta, pero el currículo básico de geografía física queda cubierto con creces.

La realidad virtual también ofrece una comprensión única de las dimensiones, que solo sería comparable a la observación directa de los lugares. Además, se puede trabajar la orientación geográfica utilizando la brújula virtual incluida en la aplicación, ayudando al alumnado a familiarizarse con este instrumento y con el concepto de coordenadas.

Se potencian además diversas competencias clave. En primer lugar, las competencias lingüísticas y de expresión oral se desarrollan cuando los alumnos deben describir lo que ven, traduciendo la experiencia visual en palabras, así como interpretando las descripciones de sus compañeros. La actividad también fomenta la competencia digital, al interactuar con la tecnología de realidad virtual, y la competencia en aprender a aprender, ya que los estudiantes deben adaptar su conocimiento previo al entorno virtual. Otra competencia clave que se trabaja es la cooperación, ya que el alumno que usa las gafas debe esforzarse para que sus compañeros puedan descubrir su ubicación, mientras que los demás trabajan en equipo para identificar correctamente el lugar. Finalmente, el entusiasmo y las expresiones de sorpresa de la mayoría de los alumnos son indicativos claros de la motivación y el interés que esta tecnología es capaz de generar en el aula.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La experiencia con *BRINK Traveler* nos demuestra que esta herramienta de realidad virtual puede utilizarse de forma provechosa en la enseñanza de la geografía física en 1º de ESO, un momento crucial del currículo en el que los alumnos deben comprender con cierta complejidad las dinámicas de la Tierra y sus paisajes. Esta tecnología, por su capacidad de inmersión y realismo, permite que los estudiantes experimenten de primera mano muchos de los conceptos que trabajan en el aula, como la formación del relieve, los climas, los ecosistemas o el ciclo del agua. Así, los entornos virtuales complementan de manera eficaz el estudio tradicional de mapas, fotografías y textos, ayudando a reforzar los contenidos del temario de una forma visual y atractiva.

Desde el punto de vista pedagógico, esta propuesta no solo capta la atención del alumnado, sino que favorece una comprensión más profunda y significativa de los elementos geográficos trabajados, mejorando su retención a medio y largo plazo. Poder observar de forma inmersiva la magnitud de montañas, valles, ríos o desiertos tiene un impacto directo sobre el aprendizaje, permitiendo que los alumnos conecten mejor con el mundo que los rodea. En este sentido, la realidad virtual se convierte en una herramienta idónea para potenciar el aprendizaje de conceptos abstractos o difíciles de visualizar en el aula tradicional, algo esencial para el desarrollo de competencias geográficas.

Además de trabajar competencias específicas de la geografía física, como la identificación y análisis de elementos del paisaje, esta actividad tiene un enfoque claramente interdisciplinar. Al combinar tareas de descripción oral y trabajo en equipo, los alumnos desarrollan competencias lingüísticas y de colaboración, esenciales en cualquier materia del currículo. Asimismo, la integración de herramientas como la brújula virtual y la interpretación de coordenadas refuerza competencias matemáticas y espaciales, fomentando habilidades de orientación y análisis crítico del entorno. En este contexto, la realidad virtual no solo permite trabajar la geografía, sino que también contribuye al desarrollo de competencias digitales, preparándolos para su uso futuro en distintos ámbitos profesionales, alineándose con los objetivos de la educación digital en la ESO.

Aunque la implementación de esta actividad podría parecer ambiciosa, es muy factible. La organización de turnos para el uso de las gafas de realidad virtual es sencilla, y no se requieren muchos dispositivos para garantizar la participación activa de todo el alumnado. Las hojas de trabajo complementarias mantienen a los alumnos comprometidos incluso cuando no están utilizando las gafas, optimizando el tiempo de clase. Además, la interacción entre imágenes y descripciones fomenta el trabajo colaborativo, enriqueciendo tanto la dinámica de grupo como la experiencia de aprendizaje.

Somos conscientes de las limitaciones de esta propuesta, especialmente en cuanto al tiempo reducido que cada alumno pasa utilizando las gafas de realidad virtual, lo que podría parecer insuficiente para una experiencia completa. Sin embargo, creemos que este es solo el comienzo. Las posibilidades educativas se expandirán a medida que esta tecnología sea más accesible y popular en los centros educativos. Aunque por ahora su uso es limitado, integrar estas primeras experiencias es un paso crucial para familiarizar a los alumnos con herramientas que serán cada vez más comunes en los próximos años.

En resumen, la inclusión de *BRINK Traveler* en el aula no solo facilita la comprensión de la geografía física, sino que también ofrece una experiencia educativa integral que abarca diversas competencias curriculares y promueve un aprendizaje motivador y significativo. La combinación de realidad virtual con actividades tradicionales introduce un enfoque innovador que marca una nueva dirección en la enseñanza, y aunque representa el futuro de la educación, ya está mostrando su valor presente con un impacto tangible en el desarrollo académico y personal del alumnado.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campos-Soto, M., Ramos-Nava-Parejo, M., & Moreno-Guerrero, A. (2020). Realidad virtual y motivación en el contexto educativo: Estudio bibliométrico de los últimos veinte años de Scopus. *Revista de Educación Alteridad*, 15(1), 47-60. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.04>
- Fernández García, L. C. (2020). Viajes educativos inmersivos en Realidad Virtual. Experiencias en 360º para Geografía e Historia. *Actas del Congreso EDUNOVATIC20*. Universidad Internacional de La Rioja (UNIR), pp. 1332-1335.
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B. & Plimmer, B. (2017). A systematic review of Virtual Reality in education. *Themes in Science and Technology Education*, 10(2), 85-119.

Toala-Palma, J. K., Arteaga-Mera, J. L., Quintana-Loor, J. M., & Santana-Vergara, M. I. (2020). La realidad virtual como herramienta de innovación educativa. *Episteme Koinonia*, 3(5), 60-74.

Trindade, M. J., Dos Santos C. (2019). Virtual reality in the classroom: geography teaching practice. *Geosaberes*, Fortaleza, 22(10). 72-80. doi: <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v10i22.814>

VIRTUAL AND AUGMENTED REALITIES IN ELEMENTARY SCHOOL: TEACHERS' PERCEPTIONS

Pablo Roca Bravo

pabroca@motril.uned.es <https://orcid.org/0009-0002-4701-8155>

Profesor-tutor de la UNED (España)

ABSTRACT

New curricula is an opportunity to check the advance of virtual (VR), augmented (AR) and mixed (MR) realities at schools, so a quantitative approach was devised through an electronic survey. Spanish primary teachers' familiarity with and attitudes towards these technologies are assessed. Variables analysed were sex and professional experience. There are scarcely any men with up to five years of experience; even few are with up to ten years of professional experience, ten, albeit this population's fragment was analysed. The knowledge and utilisation of these technologies is related with few years of professional experience in women. Participants of both sexes with less professional experience score the lowest value on disagreement. Professional experience may be vis-à-vis age. Overall, men agrees more than women. Women have more dispersion on their responses than men. Items related to special education topics are hardly responded by this sample. Moreover, this sample valued time as the worst barrier to extended technology's use in the classroom (20 answers), followed by money (14) and educational policies (10). The variability in curricular integration across autonomous communities (a larger sample is needed) and the mixed levels of teacher readiness highlight the challenges of aligning educational policy with practice. The political, administrative, and pedagogical factors influencing these variances requires further prospective research to understand the barriers to and enablers of effective extended reality integration.

1. INTRODUCTION

The introduction of the extended reality (ER) in the Spanish education system as new technologies seems to gain ground on the teaching-learning processes is a fact. In the LOMLOE's preamble appears this awareness of changing and more technological world. The Minimum Teachings for the Primary Education were published afterwards on the Royal Decree 157/2022, of 1st March. As González-Calero Labián (2021) highlights that the central educational administration does not fully decides on the curricula design anymore; therefore, both regional educational administrations, mostly, and educational centres too, will draw the basic curricula.

In this context is of great importance to assess realities. Trujillo-Sáez et al. (2023) published their exploratory study of a first considerable pool in Spain along several educational stages, of which 93 are elementary teachers, but specific data on this stage is not available nevertheless. The quantitative analysis always show the accumulation of teachers' answers from Primary school to University, and vocational training. Graphs and tables consulted represent data by a Linkert scale from one "the lowest value" to seven "the highest value". However, their research is based on the metaverse.

1.1. Basic Concepts About VR, AR, and MR

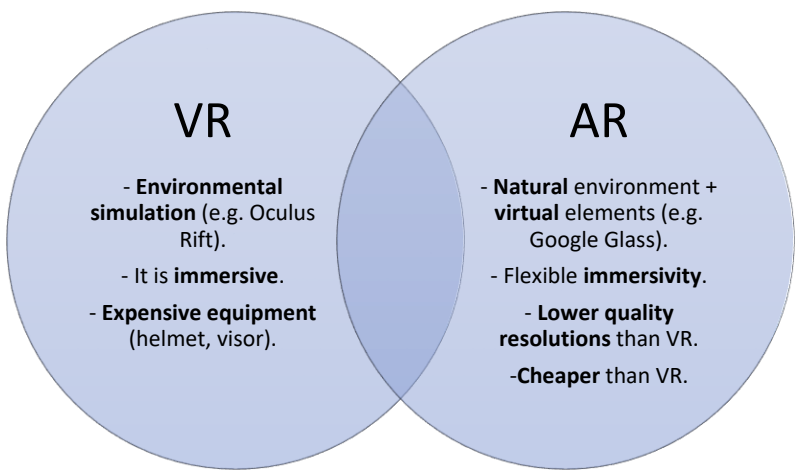
Rather than extended reality, either virtual or augmented realities are terms used across the educational legislation. Castaño-Calle et al. (2022) compile differences between virtual (VR) and augmented (AR) realities:

...VR creates new environments that are completely computer generated, AR adds virtual elements to enhance the user's experience of the real world. Second, the level of immersion of VR is 100%... In contrast, users are fully connected with the physical world in AR. Third, as a general estimation, VR is 10% real and 90% virtual, whereas AR is 75% real and 25% virtual (p. 1)

A key component to a virtual world is one's avatar, the user's personification in the virtual world. This mention is regarded to a concept of metaverse (Bartle, 2003) by which is a computer-simulated environment consisting of a virtual world, a mirror world, life logging, and AR. For this research, extended reality (VR, AR, and MR) is our backbone; by the way, definitions of VR have changed across times, although its essence is clear. Otero and Flores (2011) highlight the four basic elements for an virtual reality experience (figure 1): virtual world, immersion "arguable", interactivity and sensorial feedback.

Figure 1

Comparison of Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)



Note. Mixed reality is on the middle.

AR allows the user to see the real world, with virtual objects superimposed upon or composited with the real world (Azuma, 1997), being those objects watched through a head-mounted display (figure 2), special glasses, or smartphones. And last, the intermingled concept, mixed reality (MR) is addressed. Ortega-Rodríguez (2022) compiles that MR ties together both virtual and real elements through a reality's continuum, while AR put virtual elements on top the real environment. In any case, it can be stated that "AR, VR, and the blending of the two... are umbrella terms

for a range of location, motion and information technologies that enable enhancing reality with digital resources” (Bonner & Reinders, 2018, p. 34).

Figure 2

Experiences of AR “on the left” and VR “on the right”



Note. Extracted from “A QoE evaluation of immersive augmented and virtual reality speech language assessment applications” by C. Keighrey, R. Flynn, M. Murray and N. Murray, 2017, *IEEE*, p.3. (10.1109/QoMEX.2017.7965656)

2. METHOD

The purpose of this study can be built on showing the general knowledge of Spanish teachers about ER. A transversal design was applied. From November 2022 to June 2023 a survey was sent through Google Form. Three constructs. First dimension “general knowledge” comprehend items from 1st to 9th and 32nd to 35th. Second dimension “extended reality use” are from 10th to 17th and 24th and 25th items. Third dimension is barriers to the implementation of extended reality (23rd, 26th, 27th, 28th, 29th, 30th, and 31st items).

The questionnaire has 31 items in which you agree from *fully disagree* (1) to *absolutely* (5) with the added answer (Ns.) “meaning I do not Know/I do not answer”, whereas the other four items have more options to mark and the 35th is an open question.

These 35 items are accompanied by five affiliation questions plus one with the goal to assess the questionnaire’s duration. This last question received 31 responses. The mean time to complete the survey is more or less (one answer was *less than 5 minutes*, which was operated like 5 minutes) about 9,42 minutes. That seems a lot of time, but 22 answers reported 5 minutes or less.

2.1. Participants

Sample was obtained thanks to directories with emails of the educative centres published by each of the Educational Authorities competent. Two trials were conducted where any response was received, such as Asturias, Melilla, and Valencia. Messages were sent to public, charter, and private elementary schools. There were not responses from Asturias, Cantabria, Extremadura, Navarra, Valencian Community, and Melilla. In conclusion, a random sample if possible. A part of the sample indicates where they come from clearly: Andalusia (7), Aragon (16), Balearic Islands (3), Basque Country (1), Canary Islands (1), Castile-La Mancha (37), Castile and Leon (11), Catalonia (23), Ceuta (6), Galicia (9), Rioja (1), Madrid (7), and Murcia (2).

The sample are 131 valid individuals and it has the following characteristics: 67.9% are women, 28.03% are men, and the rest did not answer it; 120 are from public schools, 8 are from either charter or private schools, and 3 did not responded; those 72 who indicate their years of professional experience have been organised into table 2; and some wrote about their specialties in Primary Education as well as they come from a city or the countryside; even so, these last data will not be analysed.

Table 1

Years of Professional Experience Grouped into Intervals

Intervals	Frequencies
A (0-1]	5
B (1-3]	17
C (3-5]	8

D (5-10]	16
E (10-41)	25

3. RESULTS

It is explained, for good measure, that in accordance with article 11.4 of the aforementioned Royal Decree, educational centres are responsible for specifying the curriculum determined by the educational administration, and incorporate it into their educational project. A graph will be shown by each item and the reader will find some categories in Spanish. Variances applied to the data shown were the following ones: Only women, only men, everyone with up to five years of professional experience, women with up to ten years of professional experience, men with up to ten years of professional experience, females with more than ten years of professional experience, and males with more than ten years of professional experience. There are scarcely any men with up to five years of experience; even few are with up to ten years of professional experience, ten, albeit this population's fragment was analysed.

Figure 3

I know what Virtual Reality is

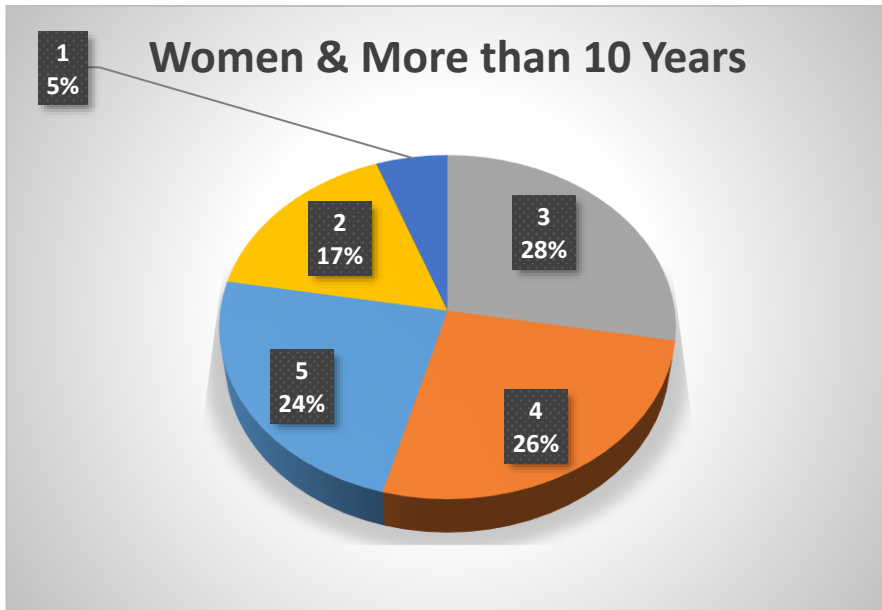


Figure 4

I know what Augmented Reality is

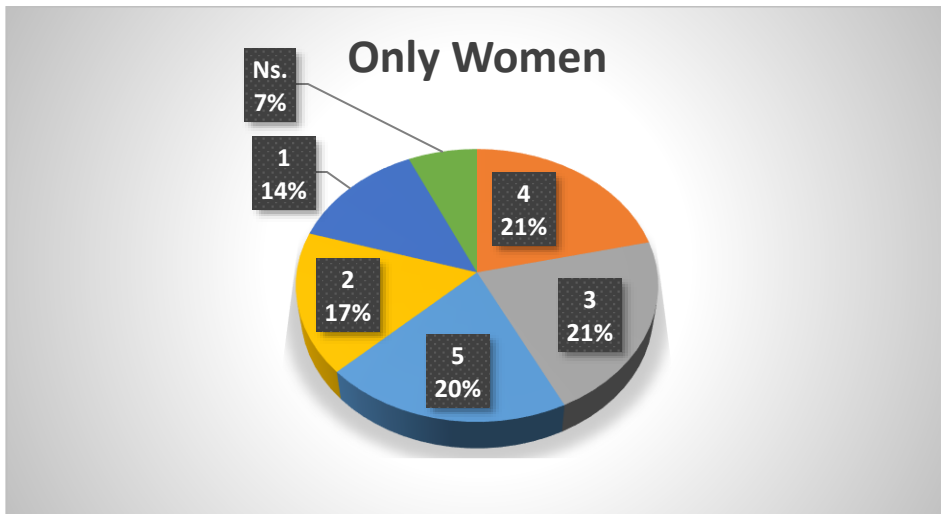


Figure 5

I will know how to Define Extended Reality

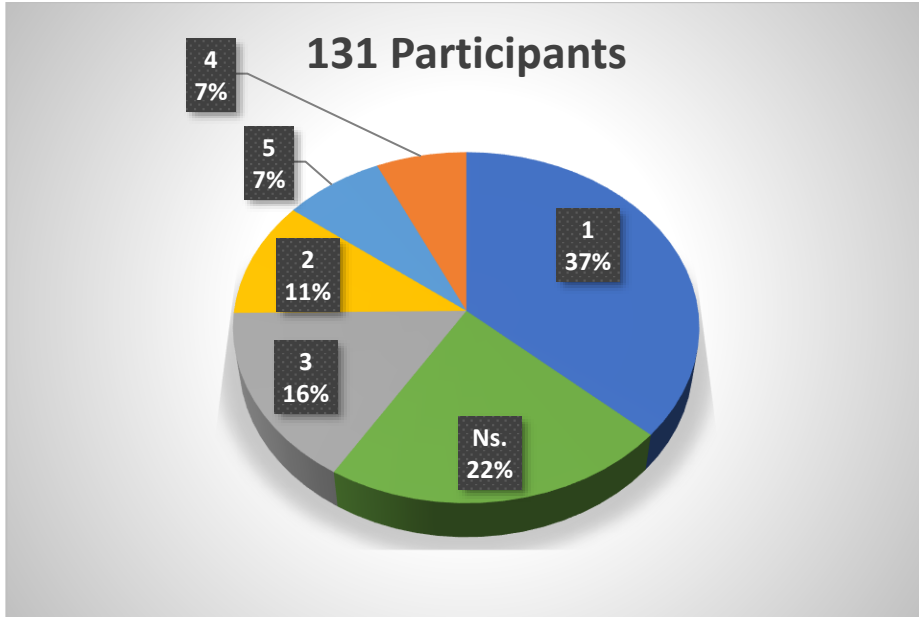


Figure 6

I have Browsed Information About Virtual Reality's Applications

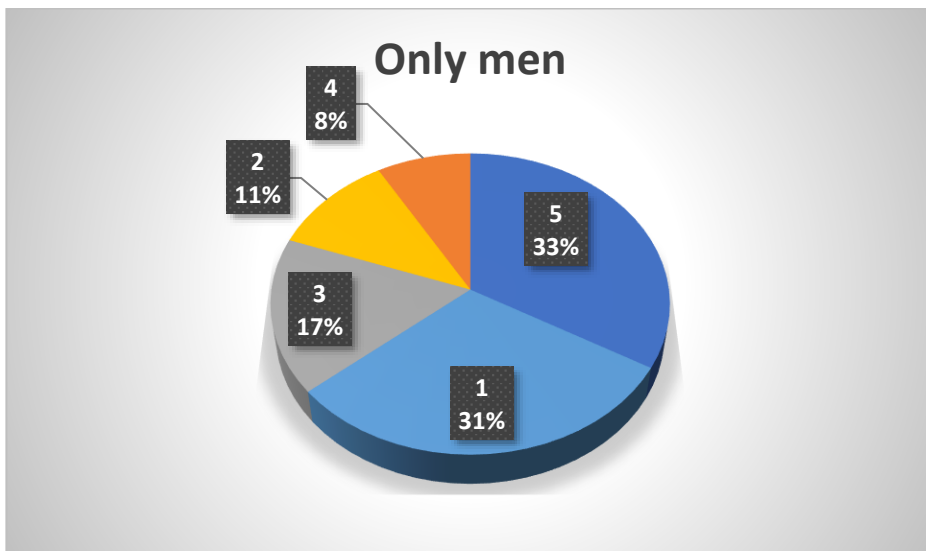


Figure 7

I am Interested in Augmented Reality's Applications

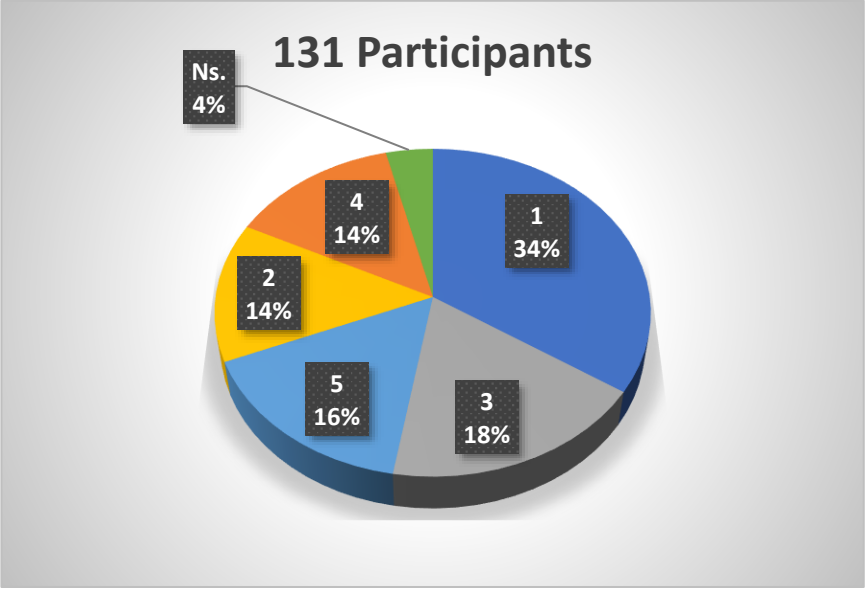


Figure 8

I know/ I have read About Actual Performance of Virtual, Augmented or Mixed Reality Applications

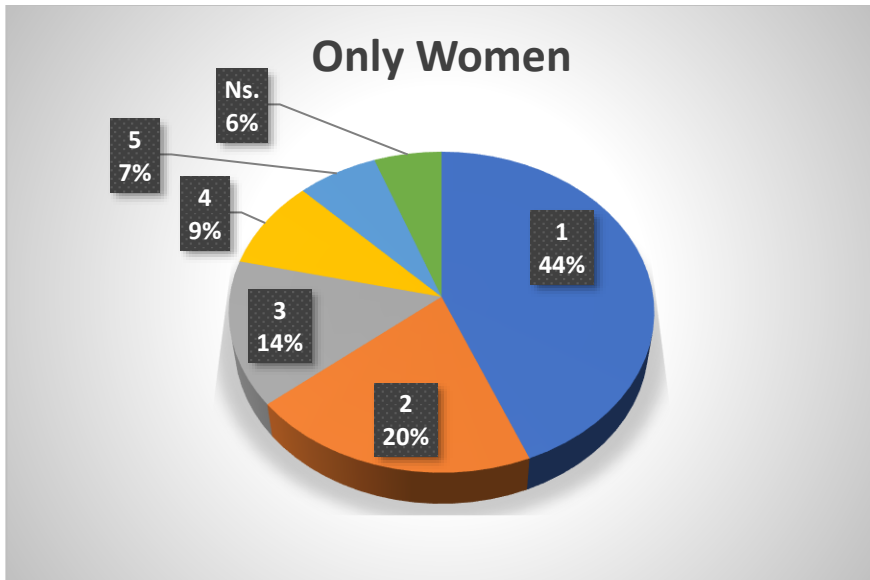


Figure 9

I use new Technologies at work/Lessons

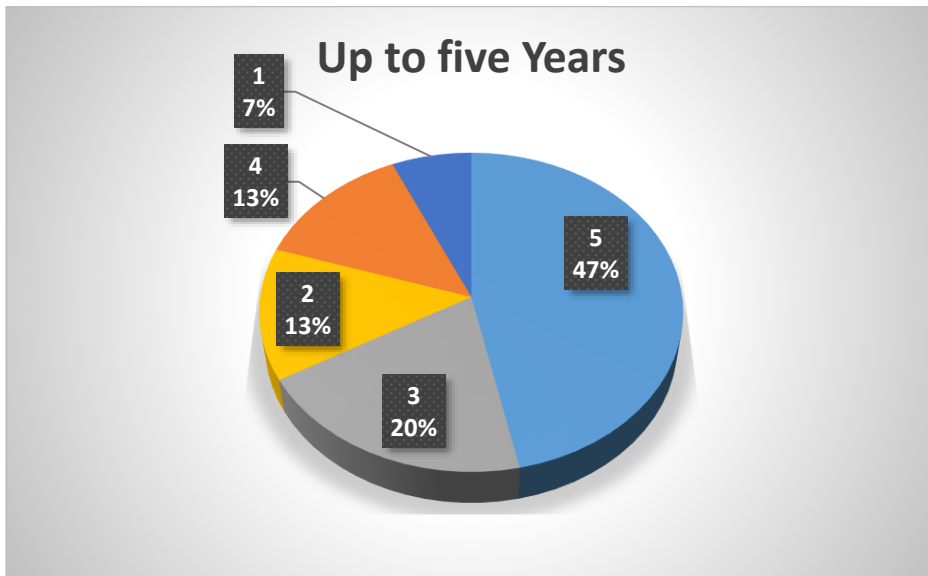


Figure 10

I like to Inquire About new Methods and Apply them on my own

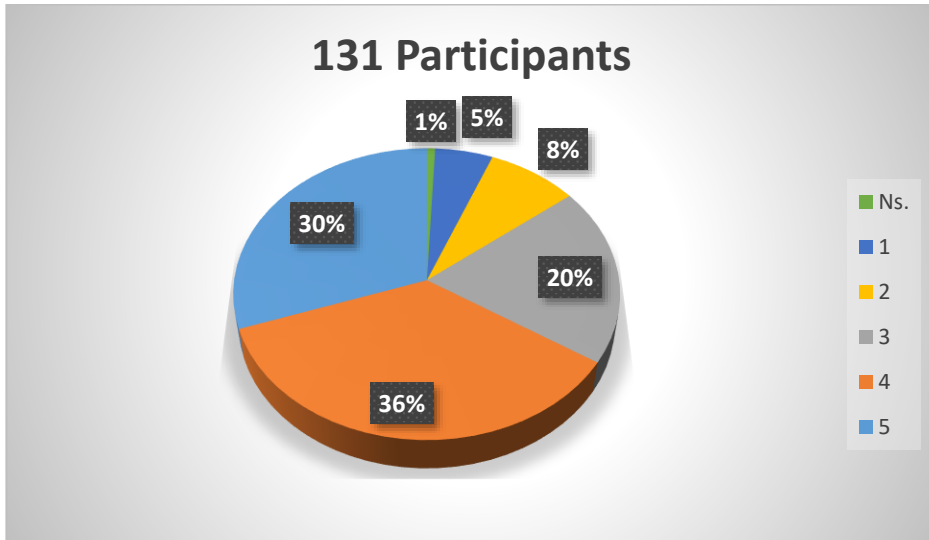


Figure 11

Virtual, Augmented, and/or Mixed Applications are Other Technology more

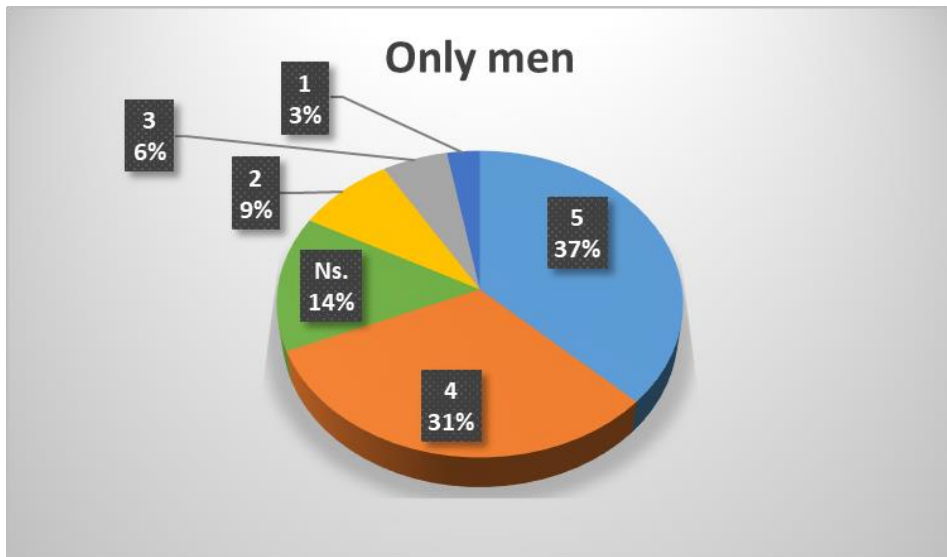


Figure 12

Virtual and Augmented Reality Technologies are Unlikely to help the Cognitive Development of Schoolchildren

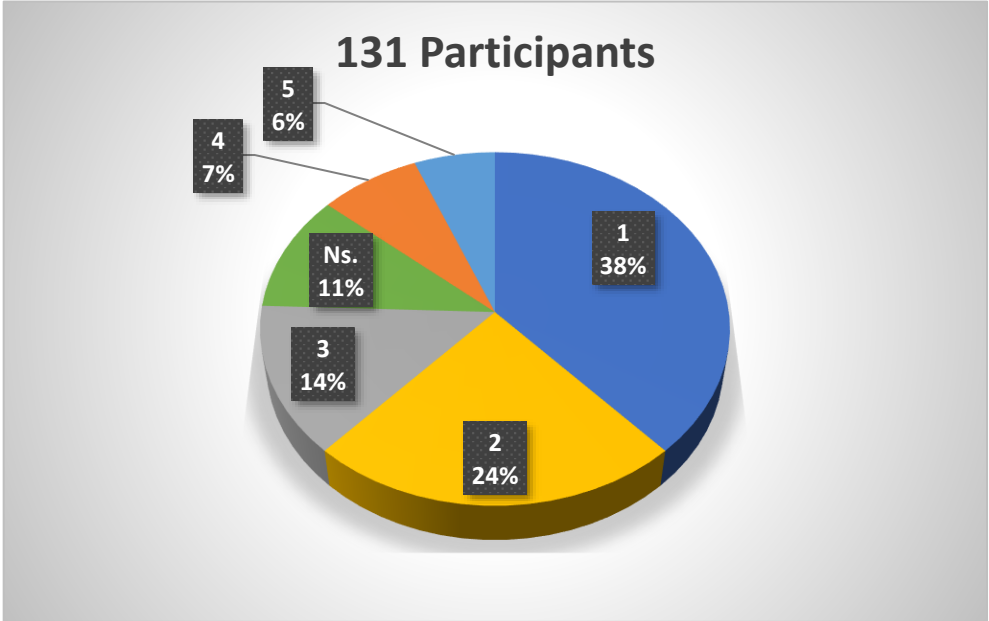


Figure 13

Virtual and Augmented Reality Technologies Could help the Motor Development of Children with Motor Disabilities

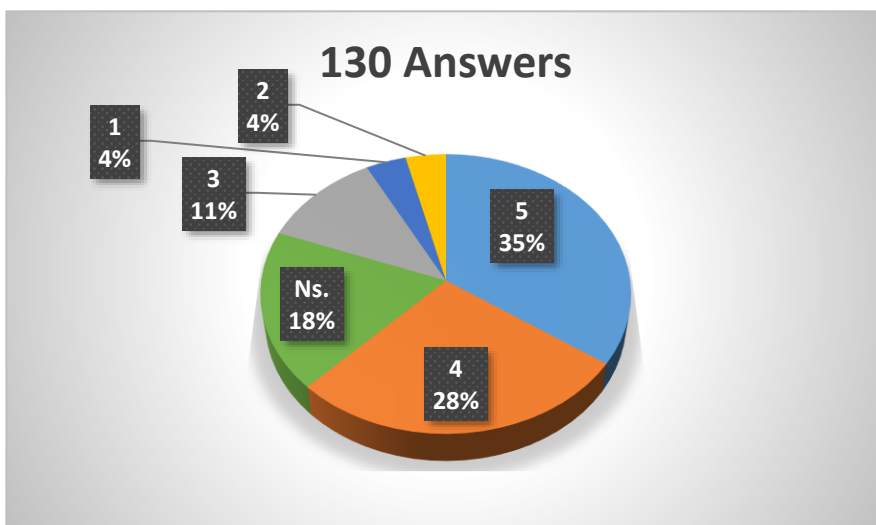


Figure 14

Extended Reality is no Better than Other Current ways for Developing Communication Skills in Children

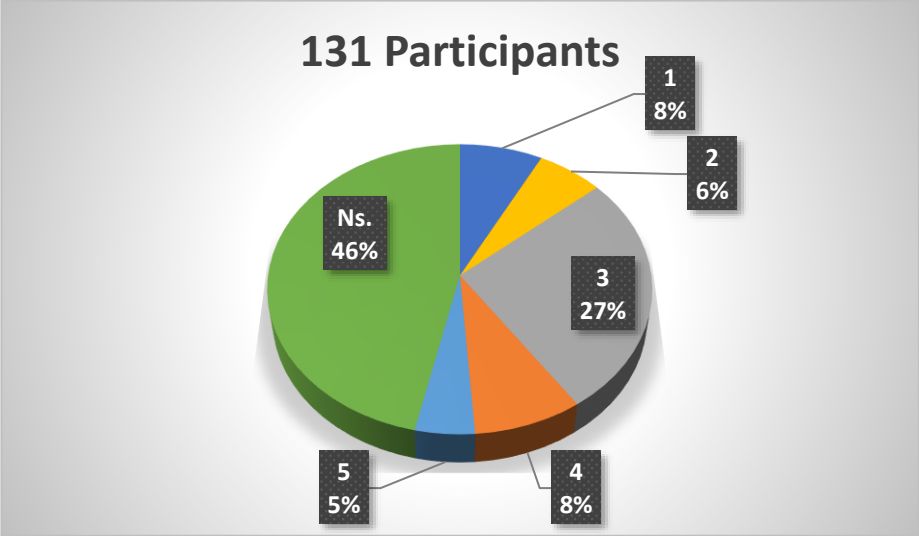


Figure 15

Extended Reality is not the Most Appropriate Complement for Language Development in Students

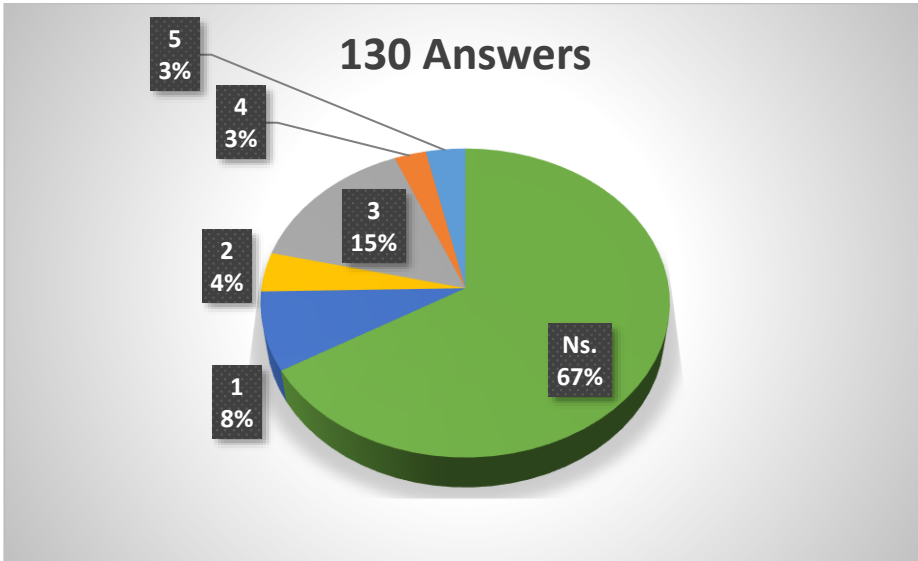


Figure 16

Extended Reality Applications Could help Students with Visual Impairments

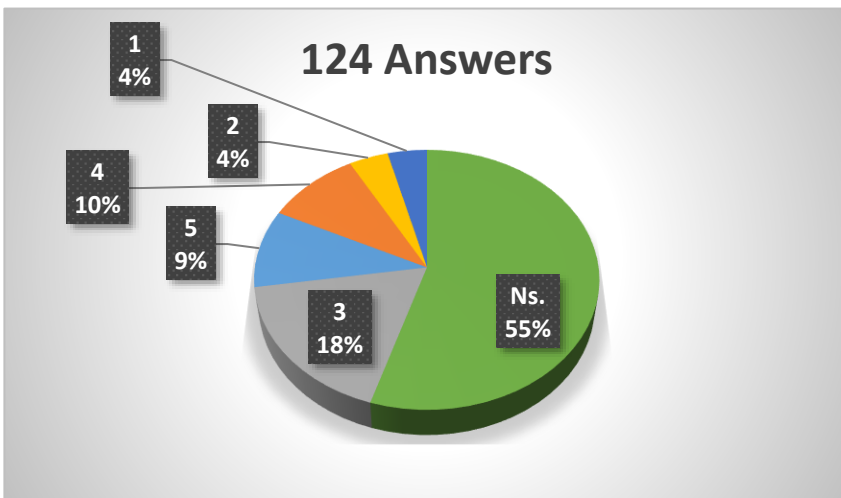


Figure 17

Virtual, Augmented and/or Mixed Realities Contribute to Emotional Development in Students with Diverse Abilities

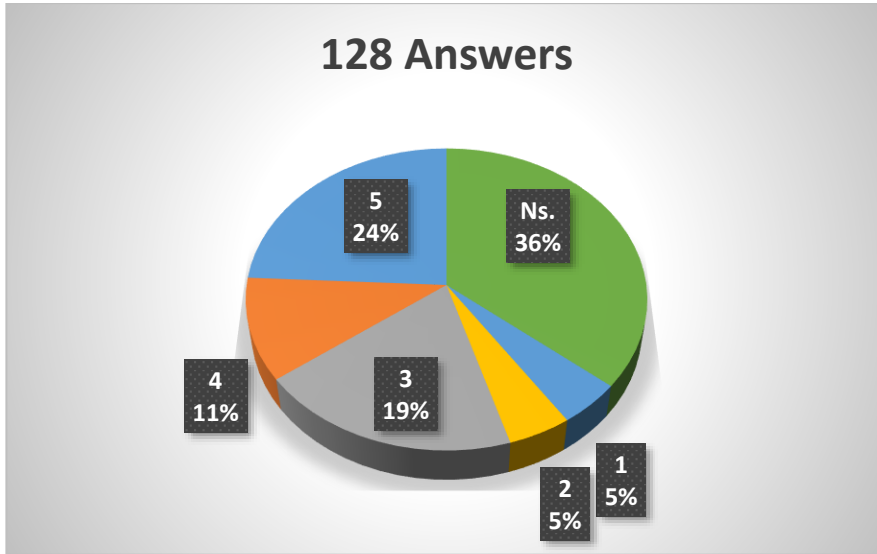


Figure 18

Virtual, Augmented and/or Mixed Realities do not help the Social Integration of Children with Diverse Abilities



Figure 19

Virtual, Augmented and/or Mixed Realities are not much Useful in Schools

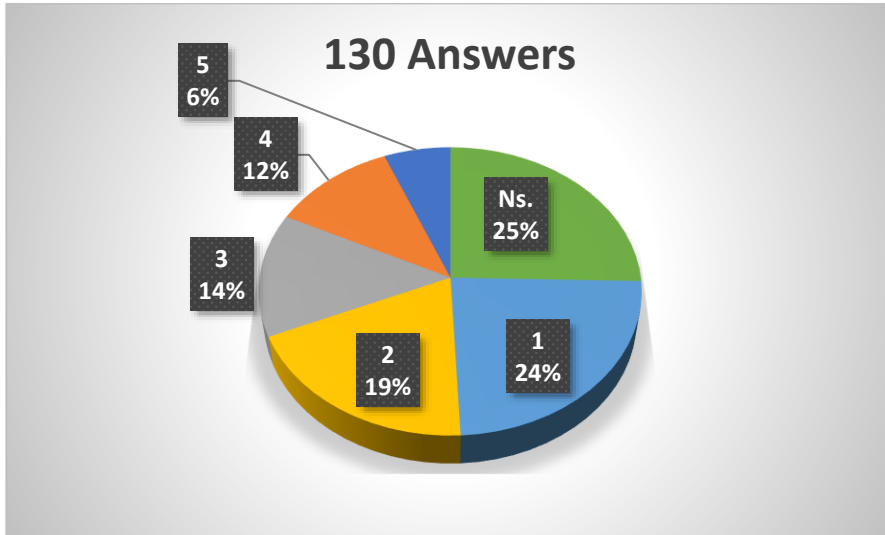


Figure 20

Virtual, Augmented and/or Mixed Reality Applications are very Expensive

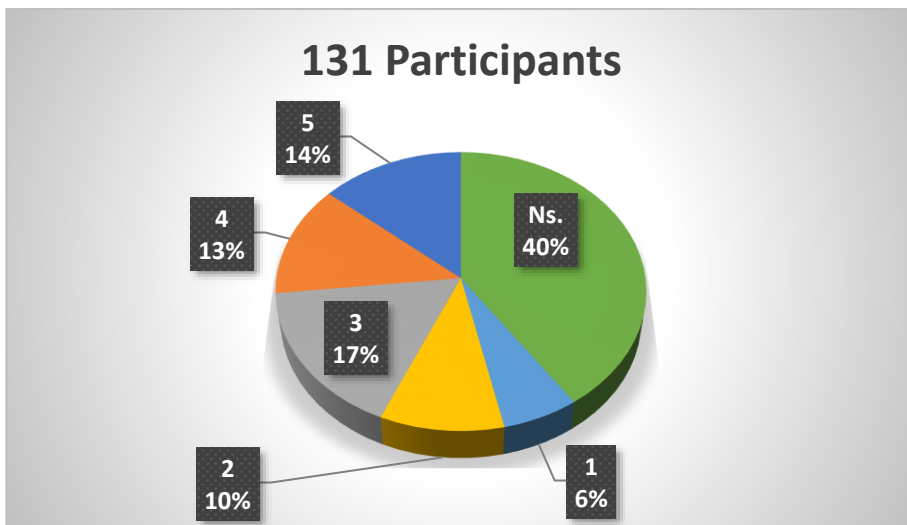


Figure 21

There is no Support From Institutions to Apply Virtual, Augmented and/or Mixed Reality Technologies

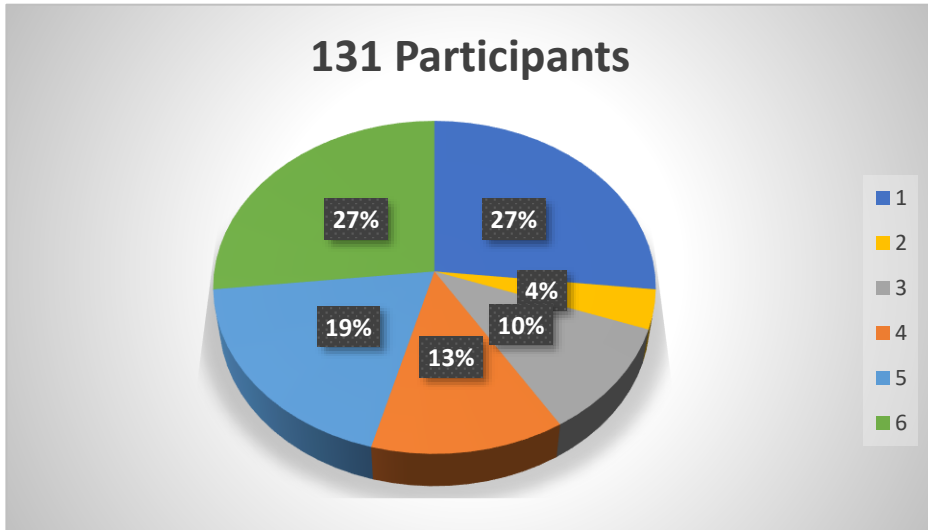


Figure 22

No Training is Offered to Professionals in Virtual and Augmented Reality



Figure 23

Extended Reality Applications are more of a fad, with no Clear Results

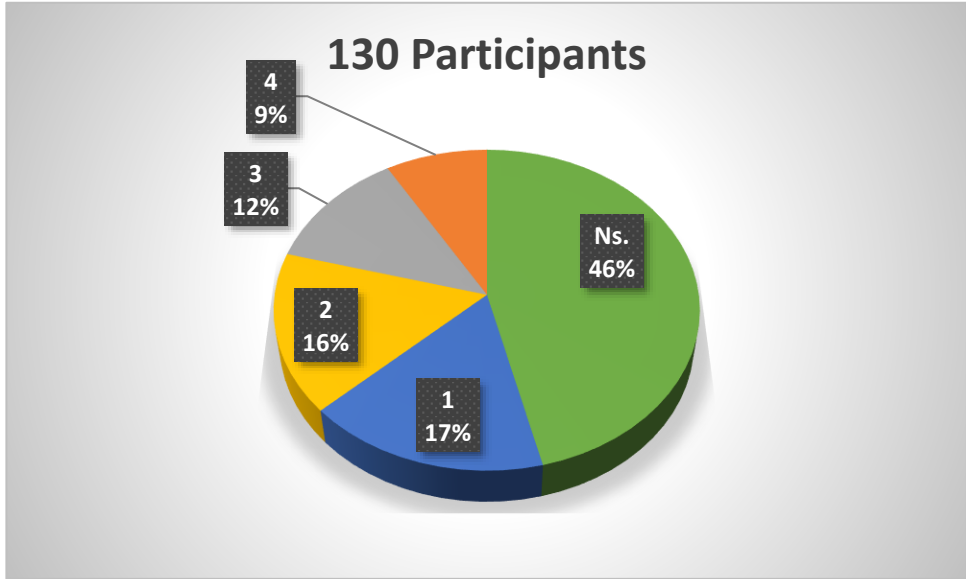


Figure 24

New Extended Reality Applications Destroy jobs

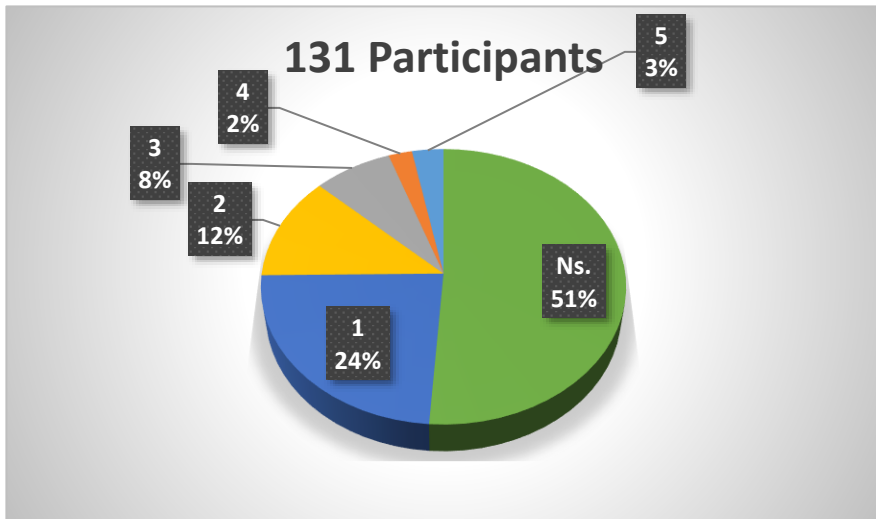


Figure 25

Young People are Overexposed and Saturated with new Technologies

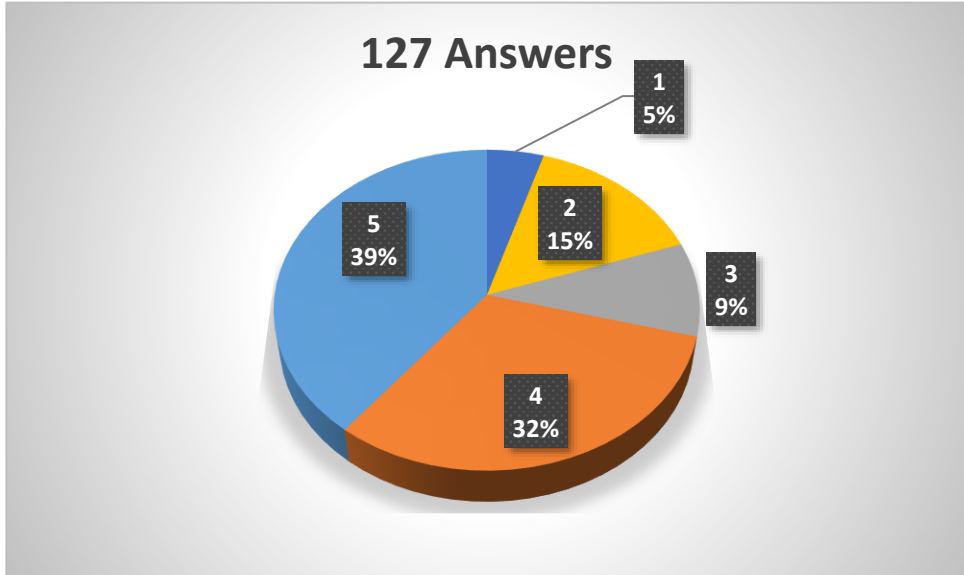


Table 2

Extended Reality is more Useful in some Subjects than in Others

Categories	Frequencies
Ns.	64
Conocimiento del medio	19
No estoy de acuerdo	9
Matemáticas	7
Plástica	7
Idiomas	5
Lengua	5
Música	5
Valores	4
Educación Física	2

Table 3*Extended Reality is more Effective with Certain Disorders/Disabilities*

Categories	Frequencies
Ns.	71
TEA	10
Discapacidad sensorial	7
Discapacidad visual	6
No estoy de acuerdo	5
Discapacidad auditiva	4
Dislexia	4
Síndrome de Down	4
Afasia	3
Disartria	3
Disfemia	3
Discapacidad psíquica	3

Figure 26

There is Involvement by the team to Apply new Techniques and Methods

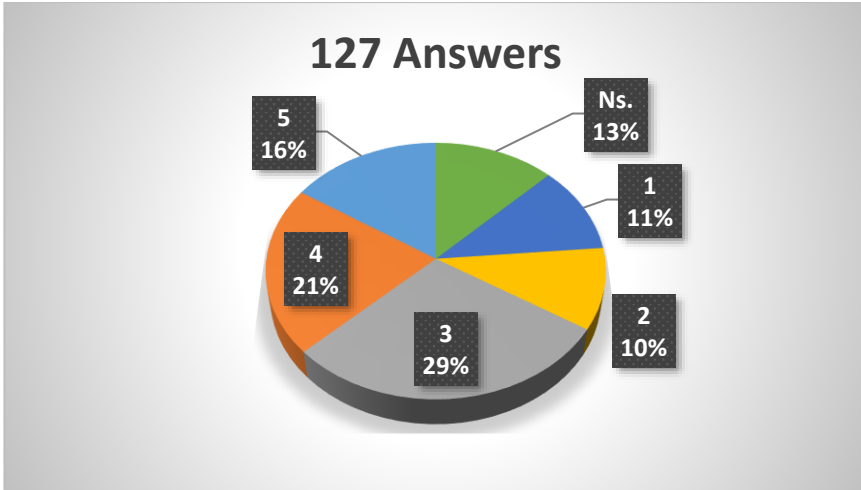


Figure 27

I am Always in Close Contact with the rest of the team

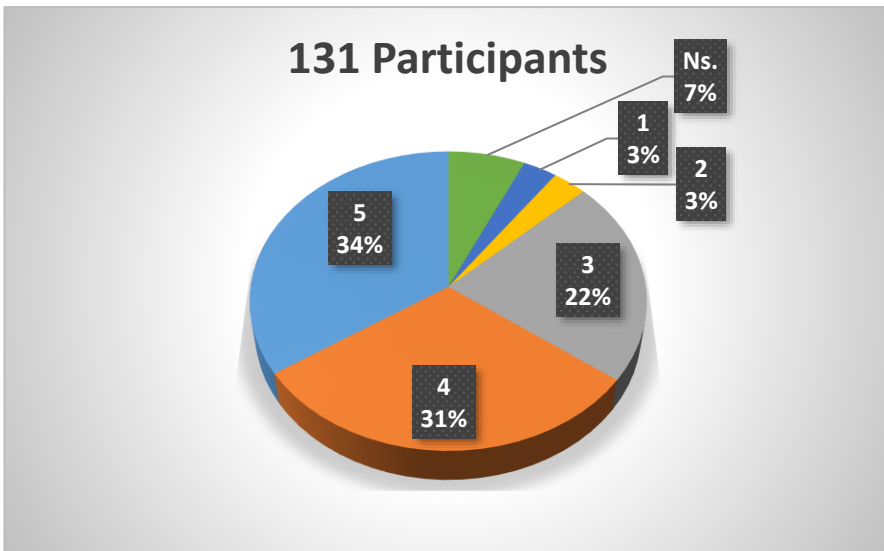


Table 4

There are Barriers to Interdisciplinary Coordination

Categories	Frequencies
Tiempo	20
Financiación	14
Diseño de Políticas Educativas	10
Recursos	8
Recursos humanos	8
Gestión directiva	6
Relaciones entre instituciones	6
Otras	3
Otros profesionales	3
Ns.	20

Figure 28

There is Sufficient Support from Institutions to Introduce new Technologies into the Classroom

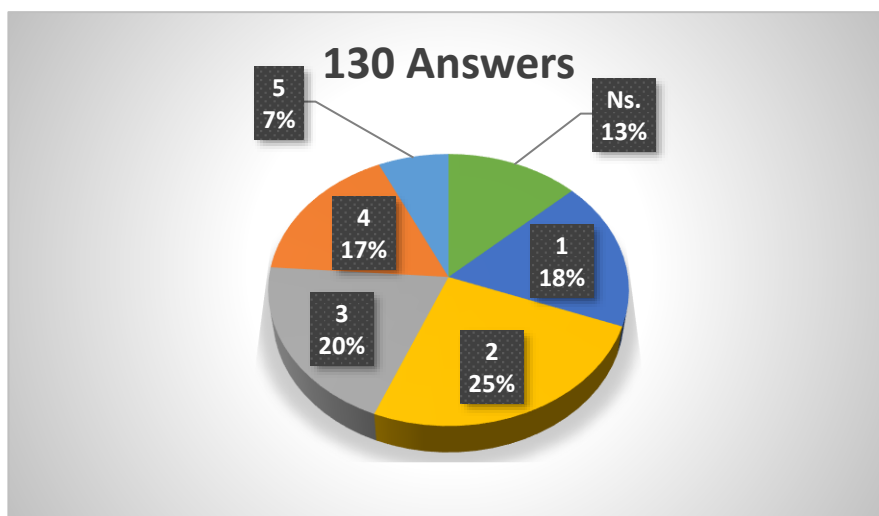


Figure 29

New Technologies are Encouraged by new Regulations

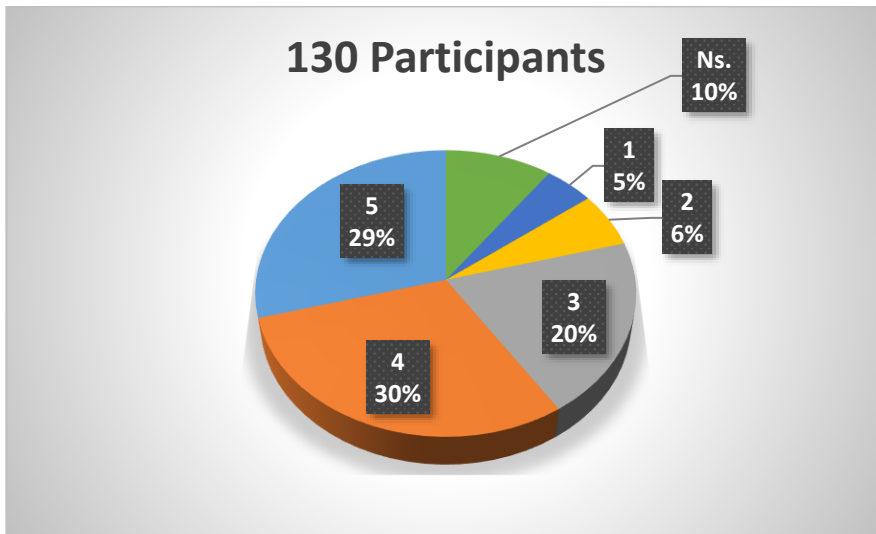


Figure 30

Virtual, Augmented and Mixed Realities are Promoted by Institutions

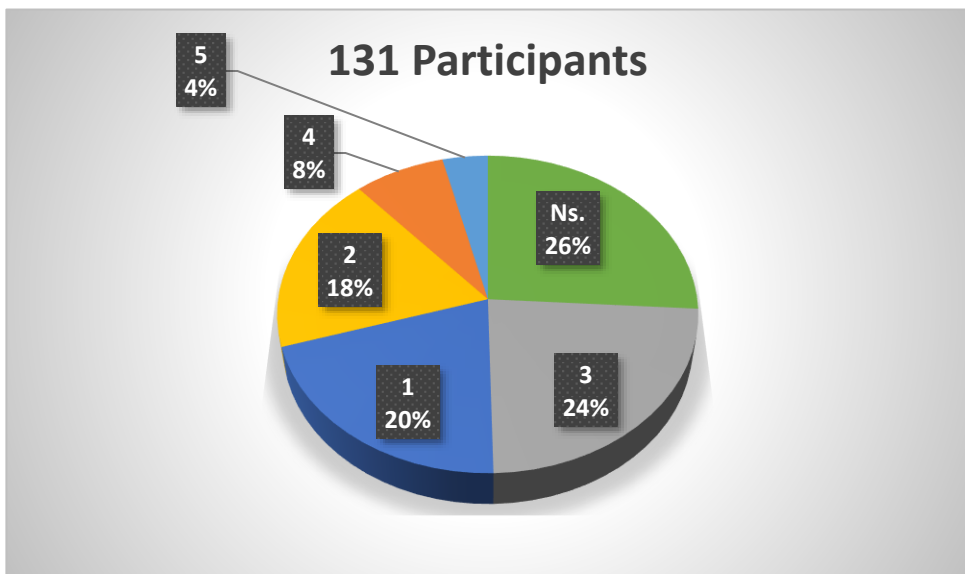


Figure 31

I have Proposed the use of some Virtual Reality Application

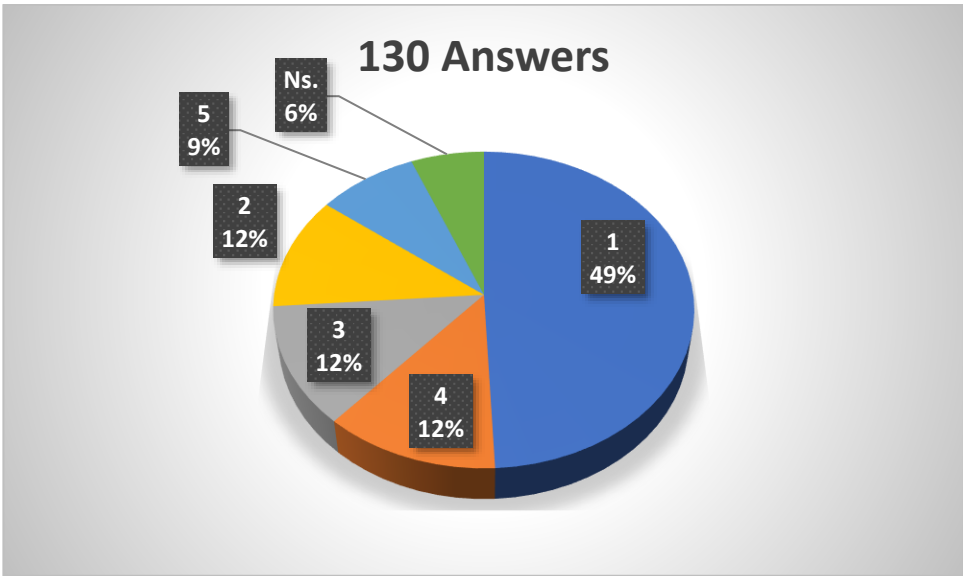


Figure 32

I have been Thinking About Implementing some Augmented or Mixed Reality Application

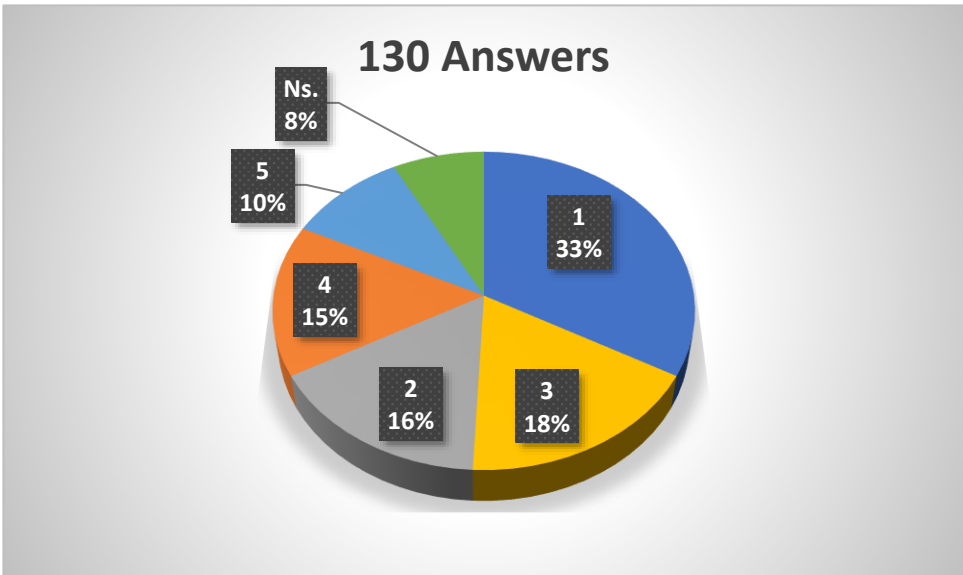


Figure 33

In our Centre, some Sessions have been Launched with Virtual, Augmented or Mixed Reality Applications

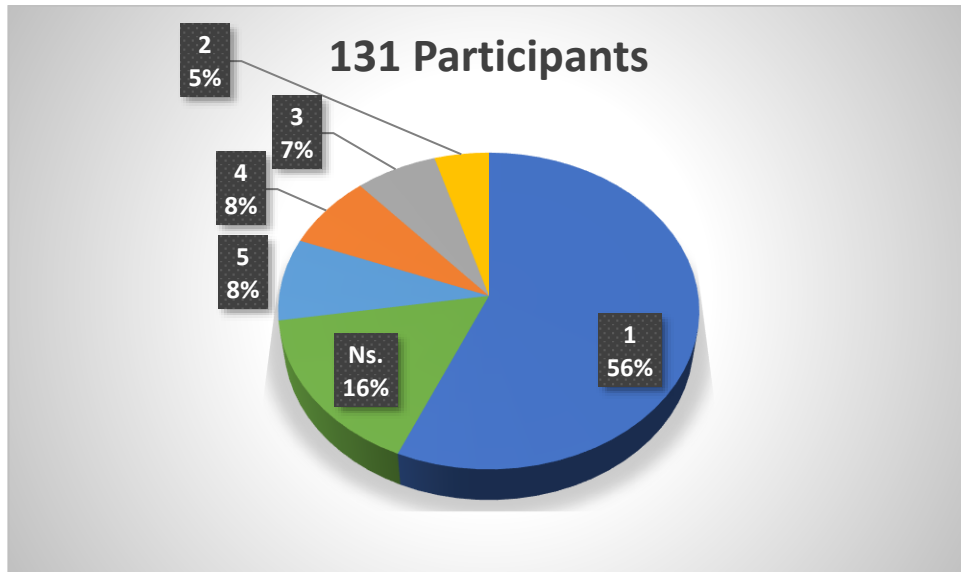


Table 5

If so, do you Remember the name(s) and Their Function(s)?

Categories	Frequencies
Quiver	3
Animales 3D de Google	1
“No recuerdo el nombre. Una que es un cubo y a través de la tablet ves partes del cuerpo, etc.”	1
MergeCube	3
AR Body planet	2
Animal 4d	1
Mozaik	1
“gafas de realidad aumentada, camiseta magix t-shirt”	1
“APPs de realidad aumentada a través de Digicraft”	1

4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The pool is far from being a significant sample, but all items present the same patterns. Some of them are detailed extensively as discussion: (1) I know what virtual reality is; (2) I know what augmented reality is; (3) I will know how to define extended reality; (4) I have browsed information about virtual reality's applications; (5) I am interested in augmented reality's applications; (6) I know/ I have read about actual performance of virtual, augmented or mixed reality; (7) I use new technologies at work/lessons; (8) I like to inquire about new methods and apply them on my own; (9) Virtual, augmented, and/or mixed applications are other technology more.

The apparent discovery is that 32 percent of participants, or even 62 percent well, say to know very well the VR concept. 42 people are in the darker blue sector. On the contrary, six participants in light blue declared to have no idea about VR. If the data is selected according to sex and years of professional experience (figure 3), percentages change. The lowest score, zero, on nescience about VR bears upon *men with up to ten years of professional experience*; and likewise, the highest percentage on this item, with 60 per cent absolutely agree and with another 30 per cent who greatly agree, or 90% versus a 62% of the figure's percentage. *Males with more than ten years of professional experience* ranked the second value on knowledge about VR, with 80% for both categories numbers 4 and 5, and they did not choose either 1 or 2 categories, or NS. The third highest value was to those with *up to five years of professional experience*, categories 4 and 5 summed gives a 73%. This group also disagrees with this item a 7 per cent, which is the third lowest value, as the other two were zero. The highest disagreement is a 29% for *women*, whereas the lowest agreement is found *at females with more than ten years of experience*, which is nearly in ties with the sole women correlation.

It appears a new section in green, which is going to be associated with the light blue, totally disagree at figure 4. People knew better VR than AR at first sight. Some alternative data will be commented. *Only women* data gives a small increase to the NS, 1, 2, and 3 categories, with a decrease of the 4 and 5 categories. A seven points increase to the NS, 1, and 2 altogether, with an eleven points decrease in the sum of the categories 4 and 5 if only the

feminine fragment is assessed. Now, 90% of *men with up to ten years of professional experience* know what AR is (categories 4 and 5), and indeed, the lowest value, zero on their ignorance. This value is closely followed by an 80% of the males with more than ten years of professional experience, which some do not know about AR otherwise, and the males in general. Everyone with up to five years of professional experience tested a 60% of agreement, full or partially, with this item. Bearing on *women*, it increases a little their disagreement on this item, categories NS, 1, and 2, when they have the most professional experience, a 40 per cent.

For the figure 5, both NS and 1 fractions have widely expanded in the third item. Only a 14% of the sample believes to know ER. The people tested *with up to five years of professional experience* highlighted 13% (NS), 20% (1), 20% (2), 20% (3), 14% (4), and 13% (5), whereas *men with up to ten years of professional experience* underlined 30% (NS), 10% (1), 10% (2), 30% (3), and 20% (4) this time. Overall, it diminishes the knowledge of ER for both sexes, with women having much more percentages than men on NS and 1 categories. Professional experience matters more than sex on this item, the less experience, the more knowledge they recognise on it.

It is detected that most of the pool have not searched any information about VR's apps at figure 6. Individuals *with less professional experience* score the lowest value on disagreement, whereas obtaining the top value, 47% for the 4 and 5 categories, in getting informed. *Men* scored the second highest value, sum of the 4 and 5 categories, 41%. On the contrary, *women* increase in 18 points their unawareness on this item and decrease in 14 points their willingness to research about VR's apps. Yet it is seen that women have more dispersion on their responses than men, i.e.: among those *with up to ten years of professional experience*, and assessing NS and 1 categories, women are 5 points less likeable to research about VR's apps than men, and women score 5 points higher than men in googling about VR's apps.

Notice that this item, figure 7, develops similarly to the previous one: 48% disagree "NS summed" and 34% agree. On the whole, *people with up to five years of professional experience* is in ties with *men with up to ten years of professional experience* within categories 4 and 5, reaching a 60% of

agreement with this item; and additionally, *women with up to ten years of professional experience* gain the same 44% than the *only men* fragment with the 4 and 5 categories. The lion's share of the NS, 1, and 2 categories result with the *only females* population, hitting a 64%.

Obliviousness is extended (fig. 8) with regard to the previous item: 62,6%. Agreement on this item is 19,85%. And 129 answers of the 131 participants. Specific population's answers are exposed as additament to this. *Women* deliver the following results 6% (NS), 44% (1), 20% (2), 14% (3), 9% (4), and 7% (5); in brief, the lowest percentages on agreement about the sixth item. *Men* give us 31% (1), 19% (2), 22% (3), 6% (4), and 22% (5). *Everyone with at least 5 years of professional experience* present 20% (1), 20% (2), 13% (3), 7% (4), and 40% (5). Now, compare the percentage of totally agree here with the rest. *Women with up to 10 years of professional experience* shares these percentages 6% (NS), 31% (1), 19% (2), 6% (3), 13% (4), and 25% (5). *Men with up to 10 years of professional experience* responded 20% (1), 10% (2), 30% (3), and 40% (5).

A change in the portions is observed in simple words, fig. 9; a 13,74% of the teachers disagree with the seventh item. *Women* have these percentages: 7% (1), 8% (2), 15% (3), 26% (4), and 44% (5). The information gathered about *men* is 3% (1), 5% (2), 39% (4), and 53% (5). Collected data about *teachers with five years of experience, or less*, is 7% (1), 13% (2), 20% (3), 13% (4), and 47% (5). Opinion's proportions pertaining to *female schoolteachers with at least ten years of experience* are 6% (1), 6% (2), 13% (3), 13% (4), and 62% (5). *Male teachers with no less than ten years of experience* are clustered around 10% (2), 20% (4), and 70% (5). This last data will be of interest as well the 3% and 5% at only men to analyse correlations.

Parts are represented as follows, fig. 10: 0,76% (NS), 5,34% (1), 8,4% (2), 19,85% (3), 35,11% (4), and 30,5% (5). 4 and 5 categories plays a share with the *women's* answers, with a 37% and 22% respectively. 24% of the total female population marked the third category. *Women with up to 10 years* handed me out 6% (1), 19% (3), 31% (4), and 44% (5). *Men* commented their opinion on this way: 3% (1), 6% (2), 11% (3), 33% (4),

and 47% (5). *Men with up to 10 years* of professional underlined a 30% (4) and a 60% (5). On the subject of the highest agreement about this item, it is found on this group. Opinions of those *with up to five years* of professional experience were a 13% (1), 20% (3), 20% (4), and 47% (5).

There is more indecision on this item, which disappear in those less experienced; above and beyond, the third category score the highest percentage of all items. 30% (5) and 40% (4) of the *men with up to ten years of professional experience* agree with this sentence, and with respect to *less experienced* professionals, five years as much, a 20% (5) and a 33% (4) agree. Both are far in numbers of the agreement of *females*, with a 16% (5) and 21% (4). It is worthy to explain that *women* with more professional experience increase their believe in that they are other technology more. Number of those *with up to ten years* are 6% (NS), 6% (2), 38% (3), 25% (4), and 25% (5). It is not happen with men, see fig. 11.

After building graphs for these items, common patterns are observed. It could be confirmed that regardless the dimension and item of the test, same models appear. The implementation of these technologies is related with few years of professional experience in women. Professional experience may be vis-à-vis age: p. ex., few professional experience in education might not mean youth. For positive items (meaning: affirmative sentences), most of them, participants with less professional experience score the lowest value on disagreement. Overall, men agrees more than women in the way to know and use these technologies; however, somewhat weird data is seen. If we take a look at women versus men with up to 10 years of professional experience at 4th item. Women are five points less likeable to research about VR's apps than men with the same professional experience; contrariwise, women score five points higher than men in searching about it. The solution to such dilemma is simple: women have more dispersion on their responses than men. Finally, items related to special education are hardly responded by this sample.

In sum, future papers with larger and more diverse samples are expected. This research have been extended to more profiles and done door-to-door. When done, advanced statistics will be managed to future longitudinal

studies. More variables will be analysed, as more participants do the test. Territory and recent educational policies are expected to be qualify in future articles.

5. BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Teleoperators and Virtual Environments* 6 (4), 355-385.
<https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>

Bartle, R. A. (2003). *Designing Virtual Worlds*. New Riders.
https://www.researchgate.net/publication/200025892_Designing_Virtual_Worlds

Bonner, E. & Reinders, H. (2018). Augmented and Virtual Reality in the Language Classroom: Practical Ideas. *Teaching English with Technology*, 18(3), 33-53,
<https://tewtjournal.org/download/12-tewt-full-issue-183/>

Castaño-Calle, R.; Jiménez-Vivas, A.; Poy Castro, R.; Calvo Álvarez, M.I.; & Jenaro, C. (2022). Perceived Benefits of Future Teachers on the Usefulness of Virtual and Augmented Reality in the Teaching-Learning Process. *Educ. Sci.*, 12, 855.
<https://doi.org/10.3390/educsci12120855>

Keighrey, C., Flynn, R., Murray, S., & Murray, N. (2017). A QoE evaluation of immersive augmented and virtual reality speech language assessment applications. *2017 Ninth International Conference on Quality of Multimedia Experience (QoMEX)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/QoMEX.2017.7965656>

González-Calero Labián (2021). Líneas estratégicas de la LOMLOE [LOMLOE's Guidelines]. In A. Asegurado-Garrido and J. Marrodán-Gironés (Ed.), *La LOMLOE y su análisis. Una mirada técnica* (p. 27). Asociación Nacional de Editores de Libros y material de Enseñanza "ANELE" and Unión Sindical de Inspectores de Educación "USIE".
https://anele.org/pdf/la_lomloe_y_su_analisis.pdf

Ortega-Rodríguez, P. J. (2022). De la realidad extendida al metaverso: una reflexión crítica sobre las aportaciones a la educación [From Extended Reality to Metaverse: a Critical Reflection about Contributions to Education]. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, 34(2), 189-208.
<https://doi.org/10.14201/teri.27864>

Otero, A., & Flores, J. (2011). Realidad virtual: Un medio de comunicación de contenidos. Aplicación como herramienta educativa y factores de diseño e implantación en museos y espacios públicos [Virtual Reality: a Media of Contents. Application as an Educative tool and Design Factors and implementation in Museums and Public Spaces]. *Revista ICONO14. Revista Científica de Comunicación y Tecnologías Emergentes*, 9(2), 185. doi: 10.7195/ri14.v9i2.28

Royal Decree 157/2022, of 1st March, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria [by Which Minimum Teachings and its Organisation are Established in Primary Education]. *Boletín Oficial del Estado*, 52, of 2nd February, 2022. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/01/157/con>

Trujillo-Sáez, F., Montero-Alonso, M. A., Melchor-Rodríguez, J. M., Fernández-Navas, M., Postigo-Fuentes, A. Y., Ariza-Pérez, M. A. & Santos-Cuesta, G. (2023). El metaverso en la educación: retos y usos [The Metaverse in Education: Challenges and uses]. Fundación FAD Juventud.

DIÁLOGO ENTRE PENSAMIENTO VARIACIONAL Y REALIDAD AUMENTADA PARA CONSTRUIR UNA ÉTICA CIUDADANA

Garzón Carreño, María Teresa

mariatgarzonc@usantotomas.edu.co, [ORCID 0000-0001-9500-5733](https://orcid.org/0000-0001-9500-5733)

Colombia

RESUMEN

En la actualidad las sociedades evidencian una relación entre matemáticas y su diario vivir. Así mismo, la tecnología y los medios tienen un impacto significativo en las investigaciones de procesos educativos y en las realidades económicas y sociales. Entre algoritmos y la presencia de herramientas tecnológicas en lo cotidiano, pensar matemáticamente se convierte en un elemento fundamental para la construcción de modos de vivir en la actualidad.

Por ende, la propuesta investigativa que se presenta está ligada al análisis de sistemas de enseñanza innovadores, en tanto, innova en la configuración y desarrollo de sistemas de apoyo para la configuración del lenguaje variacional y busca establecer un balance crítico sobre cómo las teorías generales de la enseñanza aprendizaje de las matemáticas se acercan a las prácticas en las categorías de lenguaje variacional, solución de problemas, ambientes de aprendizaje y realidad aumentada y ciudadanía, en aras de establecer los modos en los que se han pensado estas temáticas y sus posibles articulaciones, y así, plantear desde la experiencia, una reflexión sobre la matemática y lo variacional como ejes fundamentales en la construcción de pensamiento crítico como forma de ejercicio la competencia ciudadana en la escuela.

En cuanto a los resultados, se plantea una problemática investigativa, que indaga en la configuración del lenguaje variacional en ambientes de Realidad Aumentada, en estudiantes de ciclo cinco de educación secundaria, donde se evidencia variedad de experiencias que enriquecen el desarrollo de competencias ciudadanas a partir del análisis de situaciones que implican cambio.

1. INTRODUCCIÓN

Las sociedades contemporáneas ofrecen un panorama atravesado por la presencia de la matemática y la tecnología. Más allá de la posibilidad del lenguaje matemático como elemento de comprensión y explicación del mundo que nos rodea, en el escenario de las tecnologías digitales y el profundo nexo que las mismas establecen con la realidad, es innegable que nos encontramos ante una presencia completa, compleja y cotidiana de algoritmos que configuran modos de existencia (Christian & Griffiths, 2017), que organizan las condiciones de diferentes procesos económicos y sociales y de complejas aplicaciones de lenguaje matemático que son soporte principal del desarrollo social.

Esta matematización del mundo, más allá de generar cierto temor, como se esgrima en planteamientos como el de (O'Neil, 2018), al plantearse la idea de la presencia de armas matemáticas de destrucción, lo que supone es la necesidad de generar, desde la escuela, condiciones para la comprensión del pensamiento y el lenguaje matemático como modos de entender la realidad, para estar activos en la toma de decisiones y en el cumplimiento de las normas (Mockus, 1990) y, poder generar opciones para la solución de problemas y, en última instancia, la consolidación de esquemas éticos que posibiliten la configuración de ciudadanías incluyentes.

Siguiendo esta línea de pensamiento, (Dehaene, 2016) argumenta que, la capacidad de representación matemática es inherente al ser humano, porque, el cerebro humano es el único que permite utilizar cualquier símbolo matemático arbitrario, como vehículo de una representación mental (Dehaene, 2016). Por consiguiente, la conceptualización de la matemática, que no se da por conceptos sino por objetos matemáticos y sus respectivas representaciones (D'Amore, Isabel, & Maura, 2013), permite

pensar en un objeto matemático no como un real sino como una representación de este. “Tanto para el profesor como para el estudiante lo que se presenta es una de las varias representaciones de un objeto, sea como un esquema numérico, gráfico, icónico, textual, entre otros que permite la aprehensión matemática de los objetos” (Coy Chacón & García Castro, 2023).

De igual manera, (D'Amore, et al., 2010), argumentan que la semiótica actúa como herramienta fundamental de la didáctica de matemática, enfatizando en el lenguaje variacional como un componente esencial. El auge de la semiótica en la actualidad genera una interpretación específica de los signos ordenándolos en sistemas culturales de significación (Foucault, 1986), e impulsa una nueva visión de la matemática. La matemática aparece como reflexión y acción específica sobre el mundo, creando así redes complejas de significados que se renuevan en el terreno de la vida concreta (D'Amore, Isabel, & Maura, 2013).

Por tanto, El lenguaje variacional, es esencial para la comprensión de las matemáticas en tanto, se comprenden las situaciones de cambio y transformación en la resolución de problemas del cotidiano. Sin embargo, esta competencia se a limitado a la instrumentalización de algoritmos, evidenciando la necesidad de replantear su visión y trabajo en el ámbito escolar. Por consiguiente, dimensiones de la matemática como es el caso del pensamiento y el lenguaje variacional, emergen como un elemento decisivo para poder dar respuesta a la necesidad de orientación en el mundo y toma de decisiones, pues más allá de la aplicación de un conjunto de operaciones sobre bases numéricas, lo que ofrecen es un modo de pensar y transformar las realidades complejas que salen al encuentro.

Para identificar la importancia del lenguaje variacional en un contexto escolar se hace necesario hacer un balance crítico para abordar su relación con los temas propiamente de la matemática y su relación con el concepto de ciudadanía y superar el tema como elemento aislado y ubicarlo significativamente en conexión con el contexto escolar y así evitar, la desconexión con la realidad de la que argumentan (D'Amore, et al., 2010).

... uno de los remedios, es crear la ilusión de que todo el proceso escolar discurre bien, ilusionar a los estudiantes con la idea de que están construyendo conocimiento matemático: extraer la respuesta correcta del estudiante es bastante fácil. Haciendo esto se da la ilusión de la buena marcha de la práctica escolar. Pero si el estudiante no construye un conocimiento verdaderamente sólido, sin duda nunca será competente y, en la primera prueba diferente o fuera de aquel contexto de aula, fracasará; y este fracaso será a su vez causa de otros fracasos, desilusiones y frustraciones. (D'Amore, et al., 2010 pag 32)

Esto exige, en consecuencia, tratar también con asuntos como el de la solución de problemas y el modelado; los ambientes de aprendizaje y la realidad aumentada; y, finalmente, la cuestión de la ciudadanía, siendo así cuatro elementos que requieren de un análisis preciso que dé cuenta de las tendencias en cada categoría y las posibilidades de organización de propuestas emergentes que surgen del balance sobre el panorama investigativo en estos temas.

Por consiguiente, el presente artículo, se ocupa de llevar a cabo un proceso analítico de comparar las proyecciones teóricas con los resultados prácticos obtenidos del estado de las investigaciones en las categorías específicas de lenguaje variacional; solución de problemas y modelado; ambientes de aprendizaje y realidad aumentada; y ciudadanía y escuela,

para poder dar cuenta de los modos en los que en cada uno de los casos se encuentran miradas por la enseñanza de la matemática en la escuela, el uso de tecnología en el aula y los pasos para la construcción de ciudadanía en ambientes escolares.

2. MÉTODO

Se realizará una reflexión desde teóricos que han trabajado las diferentes categorías propuestas y se articulará con diversos estudios que desde la práctica permitirán evidenciar tanto las fortalezas alcanzadas por las investigaciones revisadas como las necesidades que permiten sustentar futuros procesos investigativos en los que sea central la apuesta por entretejer relaciones entre matemáticas, ciudadanía y tecnologías emergentes como las de la realidad aumentada con el propósito de ofrecer a los estudiantes posibilidades para, desde el pensamiento matemático en clave de lenguaje variacional, resolver problemas y consolidar modos de vivir que reafirmen una ética enraizada en el derecho a la ciudad.

2.1. El lenguaje variacional: la matemática como herramienta vital (Dehaene, 2016), argumenta que al estudiar las funciones cognitivas y cómo el cerebro procesa el lenguaje dentro de los procesos de aprendizaje, reconoce y sugiere que la lectura permite el uso concadenado y permanente de redes neuronales en el reconocimiento de objetos en general. El lenguaje variacional, implica cambio, adaptación a nueva información y conexión de datos y variables. Así mismo, al hablar de lenguaje variacional se hace necesario hablar de la significación del signo matemático y de la semiótica matemática y cómo los estudiantes comprenden y procesan la información matemática a través de diferentes formas de representación (gráfica,

algebraica, verbal, etc.) y cómo la capacidad para traducir entre estos diferentes registros es crucial para el aprendizaje matemático (Coy Chacón & García Castro, 2023).

En la categoría de lenguaje variacional, es preciso iniciar por la razón para contemplar este elemento como uno de los centrales para la comprensión y consolidación de un pensamiento matemático crítico. En este sentido, es necesario reconocer que el lenguaje y a su vez el pensamiento variacional está ligados al concepto de variación, que se conecta con la noción de cambio. De este modo, cuando se enfrenta una situación cambiante y que, en consecuencia, requiere de poner en práctica la decisión sobre conjuntos de variables posibles, entra en operación una lógica variacional que en términos matemáticos es un asunto que entrecruza lo simbólico, lo numérico, lo analítico, lo geométrico, lo visual, lo gráfico y al mismo tiempo la comprensión de procesos como los de número, constante, entre otros. En pocas palabras cuestiones como el cambio y la variación si bien pareciesen ligadas a transformaciones inicialmente superficiales comprender un conjunto complejo de modificaciones en las que están en juego prácticamente todos los procesos matemáticos, hoy permite darle dinamismo y adaptabilidad a un saber del universo matemático que por esa misma flexibilidad sea en ese necesario para asumir la vida cotidiana en su naturaleza incluso paradójica y en constante mutación.

Las investigaciones desarrolladas sobre el lenguaje variacional evidencian el enorme desafío que implica asumir este reto y enfatizan en la indagación por la naturaleza y aplicabilidad del lenguaje variacional, así como por algunas aplicaciones en el ámbito educativo en términos en que el concepto de variación implica una naturaleza diferente de los procesos pedagógicos y didácticos en el aula. En esta medida, podría afirmarse que son dos

grandes tendencias las que identifican los estudios sobre lenguaje y pensamiento variacional: los propiamente disciplinares, que profundizan en las implicaciones y aplicaciones de la variación en los entornos matemáticos y aquellos que, en la especificidad del entorno pedagógico, alcanzan a dar algunas luces sobre la necesidad de la transformación de las prácticas pedagógicas in situ, orientadas principalmente al interés por generar entornos en las aulas que se ocupen de dar cabida a lo cambiante. Veamos en líneas generales estas dos tendencias y algunas de las investigaciones revisadas a detalle.

En la primera tendencia, esto es, la que se preocupa por cuestiones propias de la naturaleza de este lenguaje y su interacción con cuestiones como la objetivación y los procesos de razonamiento e incluso de aplicabilidad de la matemática en otras disciplinas, se encuentran trabajos como los de Martínez Lopez, (2021) centrado en el ámbito de la enseñanza universitaria, los planteamientos de (Vergel, Godino, et al., 2021), referidos a la cuestión onto-semiótica y su papel en la teoría de la objetivación, así como la apuesta de (Poesia & Goodman, 2023), inclinada por la relación entre el razonamiento, la solución de problemas y la naturaleza humana, o la de (Radford & Lasprilla Herrera, 2020) ubicada en el ámbito de las relaciones entre semiótica y matemática, lo cual ubica la discusión también en el plano propiamente de la apropiación de los signos y la potencialidad analítica sobre ellos como modo de acercamiento a la comprensión del lenguaje matemático.

Así mismo, en el marco del lenguaje como tal, se ubican también trabajos como los de (Barboza, 2021), que se ubican en la cuestión del significado como problema central de trabajo para el manejo de procesos algebraicos. En este apartado conceptual, también se destacan trabajos como el de

(Mateus, Enrique, & y Moreno, 2021), que se centran en las posibles relaciones con la vida cotidiana a partir de la mirada por elementos iniciales de cálculo, presentando secuencias didácticas para el estudio del concepto de función y con base en el análisis sobre aplicaciones del álgebra, plantean relaciones complejas que se pueden tejer con un pensamiento científico impulsado a partir de la interiorización de procesos matemáticos.

En estos casos se evidencia la tendencia a una preocupación sobre el concepto y la naturaleza de las nociones matemáticas y de lo variacional en relación con cuestiones como el lenguaje y, principalmente ese universo de significaciones que enmarca el signo matemático, así como aproximaciones a relaciones con la cotidianidad y otros saberes de las ciencias naturales. No obstante, la posibilidad de una mayor contextualización se queda corta en tanto que, por la amplitud de este modo de pensamiento y de lenguaje, se hace necesario, como ocurre en el caso de la tendencia de las experiencias educativas, un trabajo un poco más de detalle y de aplicación práctica en la escuela, algo que reconoce como necesidad investigaciones como la de (Mohammad Bani Irshid, 2023) .

De este modo, en el caso educativo, la tendencia dominante es precisamente la de la experiencia en aula con conceptos propios de los grados de escolaridad (prescolar, primaria, bachillerato), pero también del uso de algunas tecnologías y softwares educativos. La preocupación central, más que del uso y comprensión del lenguaje variacional, está dada principalmente por las aplicaciones in situ, o por las estrategias a seguir en el aula a partir del reconocimiento de las dificultades de comprensión de la matemática por parte del estudiantado. Así, en trabajos como el de (Blanton, 2020) se aborda el razonamiento algebraico en preescolar.

De igual manera, (Ayala-Altamirano & y Molina, 2021), se ocupan educación primaria usando elementos de semiótica y lenguaje multimodal para asumir procesos de generalización, (Hidalgo-Moncada & y Cañadas, 2020), se sitúan en los procesos de generalización en grado sexto y la dificultad que suponen al estudiantado; (Valencia, 2021) se preocupa en su tesis doctoral por el pensamiento propiamente algebraico y su relación con la programación, así como (Rumbo, 2022), se sitúa en la cuestión de la resolución de ejercicios como parte del aprendizaje de funciones o el trabajo de Cabrera, et al., (2023), situados en la necesidad de trabajo en nociones como estimación y predicción para la práctica del lenguaje variacional.

A esta apuesta, un tanto más reflexiva sobre el trabajo en aula y las experiencias en diferentes niveles educativos, se suman las investigaciones centradas en el papel del profesor, como es el caso de (Silva, 2023) que trabajan las estrategias en la articulación entre algebra y aritmética; que se ubican en las formas en las que los maestros perciben el aprendizaje y la relación con sus prácticas educativas frente a la comprensión del pensamiento algebraico en primaria, el trabajo de (Bortoluzzi-Balconi, et al., 2023), que se plantean la influencia de las acciones del profesor con las actuaciones propias de los estudiantes a partir de una cierta noción de emprendimiento ligada a cuestiones variacionales y la apuesta de (Franco & y Bosco, 2021), quienes presentan una estrategia didáctica caracterizada por el juego para el acercamiento a la covariación.

En esta tendencia, también tiene lugar la mirada por la cuestión evaluativa, como en el caso de (Contreras, 2010), que plantea la evaluación del pensamiento y lenguaje variacional mediante procesos de modelación y el uso de la simulación mediante el manejo de classpad y, precisamente en el

ámbito de las tecnologías, las apuestas de (Riaño & Rincon) en el uso de la herramienta EVA ECUALIMAT como apoyo para el desarrollo de procesos de lenguaje variacional y de (Ordoñez, 2020) que si bien reconocen el desconocimiento de los conceptos en el estudiantado, proponen que el apoyo de material concreto y el aplicativo Algebra Tiles ayuda a la superación de dificultades de comprensión del lenguaje matemático.

En síntesis, la categoría Lenguaje variacional tiene diferentes enfoques dependiendo del contexto y enfoque donde se esté trabajando. Varios teóricos enfocan sus estudios hacia el lenguaje como tal en ámbitos escolares, y otros en el estudio de didácticas para mejorar la configuración del lenguaje. Por lo tanto, el lenguaje variacional permite comprender los objetos matemáticos utilizando diferentes representaciones (Duval, 1995) y (Sfard, 2008). Aunque, algunas experiencias, evidencian una práctica un tanto instrumental, algo que, como se verá en el apartado de ambientes de aprendizajes y en asuntos como la realidad aumentada, termina limitándose a un asunto de uso de una herramienta y no de la comprensión de un modo complejo de pensar.

Por lo tanto, estas experiencias y teorías de especialistas conllevan a un necesario estudio en la configuración del lenguaje referido al pensamiento variacional en ambientes análogos y virtuales. Este análisis es fundamental para justificar la toma de decisiones con un componente ético, que va más allá de la simple aplicación de operaciones numéricas. Como señala (Cortina, 2022), "no puede consistir en perseguir una utopía sino una meta viable y deseable. Esta sería la ética propia de las tecnociencias, que han de tener en cuenta el quehacer dialógico de los seres humanos, de los miembros de la familia humana" (p. 471). En última instancia, el desafío es

integrar la precisión matemática con una conciencia ética que guíe nuestras acciones hacia un futuro más justo y equilibrado.

2.2. Ambientes de aprendizaje y realidad aumentada: más allá de lo instrumental

Las dinámicas tecnológicas actualmente, generan otras condiciones donde, lo humano empieza a verse interpelado por la tecnología, en términos de cómo el sujeto se aboca a la existencia de recursos tecnológicos que en algún determinado momento podrían reemplazar al sujeto o cambiar incluso las condiciones mismas desde las cual se entiende la realidad. Por lo tanto, materias como las Matemáticas, las cuales tienen un grado significativo de complejidad para algunos alumnos, pueden volverse atractivas y “simples” en un ambiente virtual. (Marin Díaz, Sanpedro, & Muñoz, 2020). El incremento del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación es ahora una realidad que no se puede ignorar. Los portales, blogs, videos, etc. se han convertido en agentes de transformación en la definición de humanidad (Marin Díaz, et al., 2020).

Una de las llamadas tecnologías emergentes, que día a día se han vuelto más relevante, es la Realidad Aumentada que conectada a la realidad virtual y el realismo escénico, su incorporación a las metodologías del aula implica la posibilidad de experimentar de primera mano el contenido matemático y relacionarlo en otros ámbitos. Los procesos de pensamiento relacionados a la abstracción matemática son habilidades necesarias para entender, apropiarse e implementar en la transformación de la actual realidad. (Medina & Navío-Gàmez, 2018). En este sentido, la realidad aumentada implica la posibilidad de un desarrollo tecnológico donde se ubican las condiciones parecidas a la realidad virtual pasando por la

construcción de una interfaz que permite operar sobre una realidad concreta con elementos digitales.

Por consiguiente, analizar esta categoría, permite acercarse a la comprensión de cómo los estudiantes configuran el lenguaje matemático en ambientes más familiares para ellos. De igual forma, permite identificar las características de ambientes de aprendizaje matemático donde no se trabaje un currículo enciclopédico y abstracto con información saturada y así, transformar las informaciones en conocimiento (Vergara, 2018). Para este propósito se tuvieron en cuenta varios teóricos para realizar el análisis de características de Ambientes de aprendizaje y las prácticas pedagógicas en este campo. El siguiente cuadro resalta a varios autores que sirven de sustento teórico.

Tabla 1

Autores tomados como referente teórico para el análisis de la categoría Realidad Aumentada

Artículo	Lev Vygotsky	Jerome Bruner	Seymour Papert	Richard Mayer	Diana Laurillard
Teorías clave	La importancia del lenguaje y la sociabilidad en la adquisición del conocimiento	Aprendizaje por descubrimiento	Aprender haciendo	Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia: cómo combinar texto y gráficos para optimizar el aprendizaje.	Aprender conversando en ambientes virtuales de aprendizaje
Impacto	La importancia	Crear ambientes de	Uso de la tecnología	Diseño óptimo de	Mejora en herramienta

	a del contexto social y cultural en el aprendizaje .	aprendizaje que favorecen el descubrimiento del	para la construcción del conocimiento	materiales multimedia	s tecnológicas para el aprendizaje
Publicación	"Pensamiento y lenguaje" (1934)	"Hacia una teoría de la instrucción" (1966)	"Tormentas mentales: niños, computadoras e ideas poderosas" (1980)	"Aprendizaje Multimedia" (2001)	"Repensar la enseñanza universitaria : un marco conversacional para el uso efectivo de las tecnologías de aprendizaje" (2002)

Desde este punto, a la temática de ambientes de aprendizaje y realidad aumentada, se le ha hecho énfasis en el caso de la educación matemática y, particularmente a los procesos de acercamiento al lenguaje matemático. Es así, como se ha encontrado como elemento destacado el reconocimiento de la inclusión de la tecnología para el aprendizaje de los conocimientos matemáticos, aunque su abordaje se presenta principalmente desde una perspectiva instrumental, de manejo de softwares especializados (como el conocido GeoGebra) o de la integración con aulas STEM / STEAM, quedando la necesidad de organizar procesos de pensamiento que vayan más allá del manejo de herramientas y pasen a la aplicación cotidiana de los saberes. En términos de tendencias, se encuentra el conjunto de investigaciones que reconocen la necesidad de crear nuevos ambientes de aprendizaje, principalmente digitales para el acercamiento a la matemática y, el uso de la realidad aumentada como una de las tecnologías que podrían acercar al

saber matemático de manera más directa y conectada con el cotidiano de los estudiantes. En el primer caso se pueden citar las búsquedas de un mayor dinamismo en los espacios de aula, al explorar espacios en los que se utilice el juego, como en el caso de la investigación de (Domínguez-Morales & Soledad, 2020) que propone el giro hacia la interdisciplinariedad, así como, lo plantean trabajos como el de Kgaladi, (2023), la relación entre el pensamiento matemático y ambientes en los que se impulse la automatización, como señala (Mohammad Bani Irshid, 2023) con modelos donde, el paradigma postpositivista y una inclinación fuerte hacia lo didáctico, trabajos como los de Poveda-Vásque & Ginnette, (2023), que se ocupan de plantear diseños curriculares desde los estudiantes como participantes activos del proceso, la investigación de Mulligan, (2020), se enfoca en el desarrollo de conciencia matemática con base en investigaciones como la de (Escobar & Mario, 2023), para reforzar hábitos de estudio como herramienta necesaria para la construcción de ambientes de aprendizaje y, en general, en medio de la diversidad que se logra hacer visible en este tema, lo que se convierte en elemento integrador, es precisamente la cuestión de la didáctica como elemento fundamental que se encuentra de forma en el ejercicio investigativo, como sintetizan las investigaciones de (Lorenzo, 2015), que resaltan la producción de material didáctico interactivo como elemento central en el ámbito de la construcción de ambientes de aprendizaje, y el énfasis directo en la consolidación de elementos para transformar los laboratorios, ya sea como aulas inteligentes o adecuar las condiciones para una educación STEM / STEAM como el trabajo de (Katzis, 2016).

De este modo, en lo que se refiere a los ambientes de aprendizaje, en el campo de las matemáticas, se encuentran opciones en las que es central las

herramientas que le ayuden al estudiantado la comprensión de conceptos. Precisamente, en la dificultad de entendimiento de las cuestiones matemáticas, aparece como herramienta, la tecnología junto a la realidad aumentada y el tránsito hacia los ambientes virtuales de aprendizaje. De este modo se encuentran trabajos como el de (Bolocco, 2020), que tratan en Aprendizaje Basado en Problemas en preescolar en espacios de tipo virtual, pero también el uso de programas de modelado como en el caso de la investigación de Hegarty & Kozhevnikov (2015), en clave de modelado de la función lineal.

El proceso con este tipo de tecnologías en el lenguaje matemático tiende a una cierta instrumentalización, lo que, si bien es un fuerte para la concreción de las nociones, termina generándose una necesidad de establecer un uso tecnológico más allá de la mera herramienta, que impulse condiciones para el desarrollo del pensamiento, el análisis y competencias que van más allá del manejo del software. En vista de lo anterior, (Cortina, 2022), argumenta que, la mejora humana está presente en el transhumanismo, para superar limitaciones biológicas y trascender a un estilo de vida posthumana. Es aquí donde las matemáticas actúan como herramienta comunicativa en la comprensión de las tecnologías actuales en búsqueda de un bienestar social.

Así, si se enfatiza en la reflexión ética en el uso de la tecnología y la matemática, se podrá asegurar que estas herramientas no solo refuerzan el conocimiento técnico, sino que también contribuyen a un desarrollo más integral y humanizado. Es decir, las matemáticas favorecen la construcción del confort humano.

1.1. Solución de problemas y modelado: pensar el mundo desde las ideas y la lógica

En relación con lo que se refiere a la solución de problemas y modelado son dos cuestiones centrales en el lenguaje y el pensamiento variacional. Es por ello que, en este artículo se ha incluido como categoría analítica y que ha permitido identificar un par de tendencias principales: por un lado, el modo en el que el énfasis en lo problemático expande el horizonte de la matemático no solo a las condiciones propias de este saber, sino de otras disciplinas; y, por otro, la tendencia hacia una exploración de cuestiones de lenguaje y de modelados que pasen desde la programación hacia la vida cotidiana y aplicaciones en campos como el de la ética. En el caso del primer aspecto, es claro que, como lo plantean investigaciones como la de (Aldous, 2007), se encuentra la posibilidad de aplicación en psicología, historia y neurociencia de la dinámica de resolución de problemas, algo que, como señalan Buchwald, et al., (2015) implica todo un proceso de entrenamiento y transferencia, en el que se requiere de práctica constante, para lo que, más allá del ejercicio clásico realizado de forma repetitiva, se plantea el uso de elementos digitales, como ocurre en la investigación de (Font, 2020) que usan lenguaje de programación PROLOG como herramienta para la solución de problemas relacionados con la geometría.

En todos estos casos, la cuestión es la búsqueda de posibilidades de resolución de problematizaciones ligadas al escenario propiamente matemático (dado el carácter abstracto de este saber) y a otras disciplinas, de manera que se entreeve que el pensamiento matemático no solo se aplica en la dimensión propiamente matemática sino en otros aspectos de la ciencia natural como social y, desde luego, en esquemas inter y transdisciplinares. En cuanto al modelado, la cuestión del lenguaje resulta

fundamental como elemento de acercamiento a la matemática, ya no solo por el asunto semiótico -comprensión del signo matemático- sino también por cuestiones como la ilustración diagramática y la educación matemática en lo funcional, lo gráfico, lo geométrico y lo algebraico. Este es el caso se encuentran las investigaciones de (Mogari & y Lupahla, 2013) centradas en la estrategia algebraica para resolver problemas no rutinarios en instituciones educativas de Namibia en África. Con esta tendencia también se encuentra la investigación de (Zakirova, 2019) que reconoce la multidimensionalidad del pensamiento matemático y por este motivo, se analizan las diferentes problemáticas desde diferentes categorías.

Es aquí donde el modelado toma fuerza como posibilidad, precisamente por su carácter predictivo y de aplicabilidad de los conceptos tratados, lo que lleva incluso a que las investigaciones de (Radford & Lasprilla Herrera, 2020) se ocupen incluso de tratar relaciones complejas entre ética y matemática. Así, en este aspecto, si bien es posible señalar que es un énfasis fuerte a la hora de hablar de matemáticas, es necesario también destacar que se encuentra en una interesante tensión entre la tradicional comprensión de los problemas mediante el entrenamiento en ejercicios in abstracto y las posibilidades de expandir el pensar matemáticamente hacia otras ciencias e incluso a las decisiones y acciones éticas.

1.2. Ciudadanía y escuela: una ética necesaria

La ciudadanía y la escuela constituyen un tema que ha sido tratado fuertemente en los últimos años, principalmente bajo la influencia de tres tendencias principales: la ciudadanía en su acepción ética, esto es, la interiorización de un conjunto de reglas para vivir en comunidad; las apuestas que se enfocan en una dimensión política tomando como

referente la noción del derecho a la ciudad y, las preocupaciones por la ciudadanía digital, en donde se hace presente el asunto de la digitalización, el ciberactivismo y las apuestas propiamente juveniles de acercamiento a los usos de las tecnologías.

En la primera cuestión, se contemplan investigaciones como la (Villarreal & y Miranda, 2023) que se centra en la crisis contemporánea y la necesidad de reparar el lazo social a partir de la noción de ciudadanía; la de (Minchala & y Langer, 2022) en el que se trata la noción de responsabilidad y aparece lo ambiental como un elemento central de la ciudadanía, que ahora también se mueve hacia el medioambiente, en concordancia con la tendencia de ampliar el concepto de ciudadanía. Además de la matemática Garcia, (2023) se extrapola conceptos para accionar aspectos como el derecho a la ciudad Harvey, (2013) y Lefrebvre, (2020) para potenciar la ciudadanía se presenta un concepto más significativo de ciudadanía Gadotti, (2005) y ciudadanía digital Barba, (2017). Rueda, (2013) por su parte, se destaca por trabajos en el que resalta la potencialidad de la ciberciudadanía como innovación educativa, de en la que se trabajaría la noción de responsabilidad y el proceso liderado por en el que se abordan los nuevos repertorios tecnológicos, de manera tal que aparecen múltiples dimensiones de las condiciones para disponer de una ciudadanía activa, pero ahora en el escenario digital. En estos espacios de exploración de la ciudadanía, se hace evidente que se encuentra una preocupación creciente por un aspecto ético, en el que, si bien se ha bordeado la noción de matemática en la práctica del cuidado como en la investigación de Garcia, (2023) no se evidencia de manera directa la preocupación por el pensamiento y el lenguaje variacional, lo cual sería fundamental en la toma

de decisiones y el ejercicio político desde la representación y construcción de competencia ciudadana.

3. RESULTADOS

Teniendo en cuenta la importancia del pensamiento variacional y por ende del lenguaje asociado a este en la solución de problemas en lo cotidiano, se evidencia que su uso no es natural por parte de los estudiantes, dándole fuerza a los imaginarios “la matemática es abstracta” y se limita a algoritmos”.

Por otro lado, las sesiones matemáticas en repetidas ocasiones, se observa que los estudiantes no cuentan con las habilidades para realizar análisis que impliquen cambio ni reconocen como herramienta el lenguaje variacional en la solución de problemas que conlleva a un desinterés permanente e inconsciente por descubrir como interactuar significativamente con su realidad (Blanco Quintero, 2020).

Además, la homogeneidad pedagógica, no ayuda a identificar diversidad didáctica para la comprensión de conceptos matemáticas que impliquen variación. Así mismo, los escasos de herramientas tecnológicas en algunas latitudes hacen que las estrategias se tornen lentas y sin funcionalidad.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Es fundamental tener en consideración una cuestión inicial y contundente: las problemáticas del presente requieren de un pensamiento diferente, integrador y que, en clave variacional pueda ofrecer elementos de elección ante la presencia de lógicas predefinidas como las de las tecnologías digitales y su programación algorítmica. Por consiguiente, los escenarios educativos exigen de nuevas formas de construcción de culturas escolares

que pasen tanto por la conexión entre el saber y la vida como por la apropiación crítica de los conceptos, nociones y estrategias usadas en el conocimiento científico que atañe, en el universo matemático.

Esto demanda una necesidad de construir condiciones para la comprensión de las relaciones complejas que se pueden tejer entre matemáticas y ciudadanía, pero también las formas en las que esas interacciones no se encuentran enraizadas en abstracciones propias de una escuela que le da la espalda a la cotidianidad, sino en la vida práctica que se ve interpelada por un modo de pensar necesario en tiempos de matematización de la realidad. Así, en el espacio del aula, más allá del uso clásico de la tecnología y el software como herramientas, cuestiones como los ambientes de aprendizaje y la realidad aumentada se ofrecen como elementos con los que es posible habitar el espacio y el tiempo, emular la cotidianidad y generar condiciones para que el aprendizaje sea práctico más que por la sumatoria de actividades, por la capacidad de llevar a que los saberes se movilen en el cotidiano del estudiantado.

Integrar saberes es entonces la propuesta que surge como fruto del análisis de este artículo. Se logró evidenciar en cada categoría un conjunto de investigaciones profundamente preocupadas por el universo en sí mismo que implica cada concepto, también se hicieron visibles las necesidades de pensarse desde otros lugares, como por ejemplo, el pensamiento variacional desde el día a día; los ambientes de aprendizaje desde una forma de pensar más que desde una técnica; la realidad aumentada como un elemento cotidiano por encima que una cuestión instrumental; la ciudadanía como un proceso articulador más que como un fin destinado al mundo de las elecciones antes que de la política y su ejercicio cotidiano. La cuestión es, precisamente, que una integración de estos elementos permite

plantearse propuestas, posibilidades y acciones más allá de lo inter o lo transdisciplinar, sino mejor desde una especie de diálogo epistémico y que se abre también a los saberes del día a día, en conexión con la vida de los estudiantes y sobre todo, desde esa posibilidad de llevarse a la práctica cuestiones como la aplicabilidad del pensamiento variacional más allá de la solución de problemas matemáticos en realidades ideales, para pasar, por efecto del uso crítico de la tecnología a posibles soluciones de problemas desde un pensamiento que reflexiona y construye opciones, divergencias y multiplicidades para encontrar soluciones precisas, dinámicas y que, en sí mismas encarnan el derecho a la ciudad en su conexión con la libertad de elegir, pero en elección desde la exploración y el análisis.

Así, al retomar el proceso analítico sobre las temáticas de este artículo, el balance sobre las categorías trabajadas ofrece, en consecuencia, más que una síntesis que podría resumirse en la extensa trayectoria analítica en cada categoría por separado, la necesidad de generar condiciones de integración, lo cual pasa necesariamente por el diálogo entre temáticas, abordajes, metodologías, campos académicos y disciplinas, puesto que lo que se posibilita como resultado de este diálogo es precisamente la posibilidad de generar condiciones para asumir un mundo cambiante, matematizado y circundado por lógicas algorítmicas como el actual.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldous, C. (2007). Creativity, problem solving and innovative science: Insights from history, cognitive psychology and neuroscience. *International Education Journal*, 2.
- Ayala-Altamirano, C., & y Molina, M. (2021). El proceso de generalización y la generalización en acto. Un estudio de casos.

- Baloco Navarro, C., & López Mendoza, Ó. (2022). Virtual environments with problem-based learning methodology (PBL): a didactic strategy for strengthening mathematical competencies. *Revista de la Facultad Ciencias de la Educación Universidad del Atlántico*, 324-343.
- Barba, M. (2017). Desarrollando ciberciudadanía. *Educación y Tecnología*.
- Barboza, L. C. (2021). *Tasks for learning teachers who teach mathematics in the elementary school*. Obtenido de Repositorio Zetetiké Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP): <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8656716>
- Blanton, J. (2020). *ALGEBRA in the Early Grades*. Taylor y Francis Group.
- Bolocco, C. (2020). Environm.ents with problem-based.
- Bortoluzzi-Balconi, S., Cardoso-da Silva, D. J., Minello, Í. F., & Amaral, L. (2023). Acciones docentes: su influencia en las características del comportamiento emprendedor de los estudiantes. *Revista Electrónica Educare*.
- Chimoni, M. (2020). The impact of two different types of instructional tasks on students' development of early algebraic thinking. *Journal for the Study of Education and Development*.
- Christian, B., & Griffiths, y. T. (2017). *Algorithms to Live by: The Computer Science of Human Decisions*. Holt McDougal.
- Contreras, M. (2010). La competencia matemática con la calculadora gráfica CLASSPAD.
- Cortina, A. (2022). Los desafíos éticos del transhumanismo. *PENSAMIENTO*, 78(268), 471-483. Recuperado el 15 de junio de 2024
- Coy Chacón, I. C., & García Castro, L. I. (2023). Proporcionalidad y Linealidad desde el Concepto de Función Lineal una Mirada desde el Enfoque Semiótico de Raymond Duval y Bruno D'amore. *Ciencia Latina Internacional*, 92-116.
- D'Amore, B., Fandiño, M. I., Marazzani, I., & Sbaragli, S. (2010). *La Didáctica y la Dificultad en Matemáticas*. Bogotá: Magisterio.
- D'Amore, B., Isabel, F. M., & Maura, I. (2013). *La Semiótica en la Didáctica de la Matemática*. Bogotá: Magisterio.
- Dehaene, S. (2016). *El cerebro matemático*. Siglo XXI.
- Domínguez-Morales, & Soledad. (2020). Ambientes de Aprendizaje para favorecer Competencias matemáticas en Educación Básica.

- Escobar, F., & Mario, y. R. (2023). Implementation, and Results of a Workshop for Students Failing University Physics in Chemical Engineering . *Revista Electronica EDUCARE* .
- Font, L. (2020). Automatización de la generación de pruebas de geometría de secundaria utilizando Prolog en un contexto educativo. *arXiv:2002.12551*.
- Foucault, M. (1986). *"Las palabras y las cosas"*. Siglo XXI .
- Franco, M., & y Bosco, W. (19 de 09 de 2021). *Repositorio Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80128>
- Garcia, S. (2023). EDUCACIÓN MATEMÁTICA Y CIUDADANÍA EN BÁSICA PRIMARIA: EXPERIENCIA DE UN PROYECTO PEDAGÓGICO DE AULA SOBRE HÁBITOS SALUDABLES. *Educación y Pensamiento*.
- Harvey, D. (2013). *Ciudades rebeldes: Del derecho de la ciudad a la revolución urbana*. Madrid: AKAI.
- Hidalgo-Moncada, D., & y Cañadas, M. C. (2020). INTERVENCIONES EN EL TRABAJO CON UNA TAREA DE GENERALIZACIÓN QUE INVOLUCRA LAS FORMAS DIRECTA E INVERSA DE UNA FUNCIÓN EN SEXTO DE PRIMARIA.
- Katzis, L. (2016). Research Challenges in future laboratory-based STEM . *IEEE Technica*.
- Lefebvre, H. (2020). *El Derecho a la Ciudad*. Capitán Swing.
- Lorenzo, N. (2015). La resolución de problemas de matemáticas en la formación inicial de profesores de primaria. *REDINET*.
- Marin Díaz, V., Sanpedro, E., & Muñoz, J. M. (2020). Augmented reality of social environment knowledge in the classroom in primary school. *Revista Caribeña de Investigación Educativa*, 4(1), 216-223.
- Martínez López, G. (2022). Análisis de pregrados colombianos en Estadística y Ciencia de Datos para la sociedad contemporánea. (*Tesis de Doctorado, Universidad Santo Tomás*). Universidad Santo Tomás, Bogotá.
- Mateus, E., Enrique, & y Moreno, E. (2021). Desarrollo del Pensamiento Variacional para la Enseñanza de Nociones Preliminares de Cálculo. Una Experiencia de Aula en la Educación Básica. *Acta Scientiae*.
- Medina, J. P., & Navío-Gàmez, A. (2018). CONCEPCIONES SOBRE INNOVACIÓN EDUCATIVA. ¿QUÉ SIGNIFICA PARA LOS DOCENTES EN CHILE? *Revista de Curriculum y formación de Profesorado*.
- Minchala, C., & y Langer, E. (2022). Ciudadanía y degradación ambiental en y desde la escolaridad: Un estudio desde las miradas de estudiantes del nivel secundario en el partido de San Martín, Buenos Aires. *Pensamiento educativo: revista de investigación educacional latinoamericana*.

- Mockus, A. (1990). *Representar y disponer. Un estudio de la noción de representación orientado hacia el examen de su papel en la comprensión previa del ser como disponibilidad*. Bogotá.
- Mogari, D., & Lupahla, N. (2013). Mapping a group of northern Namibian Grade 12 learners' algebraic non-routine problem solving skills. *Sabinet*.
- Mohammad Bani Irshid, M. (2023). The effect of conceptual understanding principles-based training program on enhancement of pedagogical knowledge of mathematics teachers. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*.
- O'Neil, C. (2018). *Armas de destrucción matemática. Cómo el big data aumenta la desigualdad y amenaza la democracia*. Madrid: CAPITAN SWING.
- Ordoñez, O. (2020). Pensamiento variacional mediado con baldosas algebraicas y manipuladores virtuales. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*.
- Poesia, G., & Goodman, N. (2023). Peano: learning formal mathematical reasoning. *royalsocietypublishing*.
- Radford, L., & Lasprilla Herrera, A. (2020). De por qué la ética es ineludible de considerar en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. *La matematica e la sua didattica*, 107-128.
- Riaño, M., & Rincon, J. (s.f.). *Pensamiento variacional a partir de sucesiones aritméticas que se modelan con ecuaciones de primer y segundo grado por medio de ECUALIMAT con estudiantes de grado noveno de la IEDR Laguna, Cucunubá – Colombia. Tesis de Maestría*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.
- Rueda, R. (2015). Ciudadanías, política y tecnologías: lo (im)posible de otras formas de lo común. *Comunicacion y Ciudadania*, 6-16.
- Rumbo, R. (2022). *Aprendizaje de las funciones en los alumnos de cuarto semestre de bachillerato en el área de matemáticas*. Obtenido de Universidad Iberoamericana Puebla: <https://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>
- Sfard, A. (2008). *Thinking as communicating: Human development, the growth of discourses, and mathematizing*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Silva, D. I. (2023). LEARNING REPORTED BY THREE TEACHERS AND THE TEACHING OF ALGEBRA IN THE FIRST GRADES. *Red de Información Educativa*.
- Valencia, I. O. (Agosto de 2021). *ANÁLISIS DE APRENDIZAJES ASOCIADOS AL ÁLGEBRA ESCOLAR DESDE LA PROGRAMACIÓN VISUAL DE COMPUTADORES, EN ESTUDIANTES DE 10-14 AÑOS*. Obtenido de Repositorio Univeersidad Santo Tomás. Tesis Doctoral: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/38784/2021IvanValencia%28Trabajo%20de%20grado%29.pdf?sequence=1>

- Vergara, J. J. (2018). *Narrar el aprendizaje: La fuerza del relato en el ABP*. Innovación Educativa.
- Vergel, R., Godino, J. D., Font, V., & Pantano, O. (2021). Comparing the views of the theory of objectification and the onto-semiotic approach on the school algebra nature and learning. 475-496.
- Villarreal, E., & y Miranda, C. (2023). Educación y ciudadanía en tiempos de crisis: un campo en busca de horizontes. *Pensamiento educativo: revista de investigación educacional latinoamericana*.
- Zakirova, V. G. (2019). Methodology of Teaching Graphic Methods for Solving Problems with Parameters as a Means to Achieve High Mathematics Learning Outcomes at School. *Institute of Education Sciencies*.

EL IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN EL PERFIL PROFESIONAL, DEL FUTURO DOCENTE NORMALISTA

Guajardo Villela Albertina Guadalupe

a.guajardo@estefaniacastaneda.edu.mx, <https://orcid.org/0000-0002-1090-0294>

García Mercado, Juanita

j.garcia.mercado@estefaniacastaneda.edu.mx, <https://orcid.org/0009-0009-3619-2351>

Segovia Sánchez, Alhelí

a.segovia.sanchez@estefaniacastaneda.edu.mx, <https://orcid.org/0000-0002-0420-6642>

Denia Elizabeth Vargas Olmedo

denia.vargas@estefaniacastaneda.edu.mx, <https://orcid.org/0009000683900136>

Wong Cervantes Gustavo

gwongce@estefaniacastaneda.edu.mx, <https://orcid.org/0009-0007-1016-0373>

RESUMEN

En el contexto de la globalización y el acelerado avance tecnológico, los docentes se enfrentan al reto constante de actualizar y renovar sus métodos de enseñanza-aprendizaje. Adaptar su rol resulta fundamental en una sociedad que exige modalidades educativas diversas y complementarias a la presencia física. En este marco, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se convierten en herramientas esenciales para crear entornos de aprendizaje que fomenten la colaboración y la inclusión a través de medios tecnológicos.

Este estudio analiza el impacto de los espacios curriculares que conforman el Trayecto Formativo de Tecnologías Digitales, propuesto en el Plan 2022 de la Licenciatura en Preescolar. Su objetivo es identificar el desarrollo de competencias digitales en los estudiantes, facilitando la integración de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y la realidad aumentada, en el diseño de experiencias de aprendizaje innovadoras y motivadoras para el nivel preescolar.

A través de un enfoque mixto exploratorio, se evaluaron las competencias tecnológicas de 57 estudiantes pertenecientes a la primera generación del Plan 2022. Para ello, se utilizó el Cuestionario para el Estudio de la Competencia Digital del Alumnado de Educación Superior (CDAES). Los resultados evidencian un significativo progreso en el reconocimiento y aplicación de competencias tecnológicas entre el inicio y el final de los cursos que conforman este trayecto formativo.

Palabras clave: formación docente, competencias digitales, tecnologías emergentes.

1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación explora el impacto de las tecnologías emergentes en la formación inicial docente, centrándose en el Plan 2022 de la Licenciatura en Educación Preescolar, al analizar cómo la integración de tecnologías como inteligencia artificial y realidad aumentada pueden transformar la práctica pedagógica y preparar a los futuros maestros para un entorno educativo cada vez más digitalizado.

La revolución digital, impulsada por la convergencia de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), ha transformado radicalmente la sociedad en que vivimos. Dicha transformación no se limita a la esfera tecnológica, sino que abarca todos los aspectos de la vida: la economía, la cultura, la política y la educación, exigiendo a los docentes una adaptación constante a nuevas herramientas y estrategias.

La integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la formación docente es crucial para crear profesionales capaces de educar en un mundo digital. Para ello se hace necesario dominar herramientas digitales a fin de utilizarlas con intenciones educativas claras, que respondan a las necesidades de su alumnado y que se encuentren alineadas con el enfoque, metodología y contenidos del currículum donde

se han de incorporar. La premisa para el docente es facilitar el aprendizaje así como desarrollar competencias y capacidades, así que adaptar su enseñanza a las necesidades de un alumnado digitalizado es urgente. La opción que se expone es integrar en las aulas, en la medida de lo posible, las tecnologías emergentes para el desarrollo de experiencias de aprendizaje más atractivas y personalizadas.

Las Tecnologías emergentes, que surgen de la revolución digital, son las que están transformando aún más rápidamente el mundo globalizado, creando oportunidades y desafíos, entre estas tecnologías destacan:

Inteligencia artificial (IA). La inteligencia artificial se está volviendo cada vez más potente y versátil, automatizando tareas complejas, mejorando la toma de decisiones y creando nuevas formas de interactuar con la tecnología.

Realidad virtual (RV) y Realidad aumentada (RA): Estas tecnologías están creando nuevas formas de experimentar el mundo, permitiéndonos explorar entornos virtuales, interactuar con objetos virtuales y acceder a información de manera más inmersiva.

La UNESCO destaca la importancia de la integración de las TIC en la educación para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible, fomentando el acceso a la educación de calidad para todos.

La UNESCO adopta un enfoque humanista para garantizar que la tecnología se diseñe para servir a las personas de acuerdo con los marcos de derechos humanos acordados a escala internacional, y que se saque provecho de las tecnologías digitales como un bien común. (UNESCO) 2024

En México se impulsa la transformación educativa hacia un modelo centrado en el aprendizaje, la innovación y la integración de las TIC. Este cambio es crucial para responder a las necesidades del siglo XXI y preparar a los estudiantes normalistas para un futuro laboral y social cada vez más digitalizado.

La educación debe evolucionar constantemente para responder a los cambios sociales políticos y tecnológicos como se mencionó con anterioridad. Las tecnologías emergentes están transformando la forma en que se crea, comparte y se consume la información por lo que la educación tradicional se ha quedado rezagada.

Es por ello que dentro del Plan de Estudios de la Licenciatura en Educación Preescolar 2022, para la formación de maestras y maestros de preescolar en México cada espacio curricular se sustenta en los lineamientos de la Nueva Escuela Mexicana, así como en un enfoque de trabajo que busca impulsar una formación integral que prepare a los futuros docentes para la realidad educativa actual, enfatizando el desarrollo de sus capacidades y entre ellas las digitales cobran gran relevancia.

Actualmente en la formación inicial docente se destaca la importancia del trabajo colaborativo, donde los maestros formadores comparten conocimientos y experiencias para crear proyectos curriculares que se adapten a las necesidades de cada comunidad. Reconoce además la diversidad de estudiantes y contextos, impulsando la integración de los saberes comunitarios en la educación. Se fomenta el desarrollo de un pensamiento crítico, científico y creativo para que puedan analizar, reflexionar y adaptar las estrategias de enseñanza. Enfatiza el enfoque comunicativo y las prácticas sociales del lenguaje, promoviendo el desarrollo de habilidades de lectura y escritura.

Este modelo educativo está centrado en el aprendizaje, la investigación e innovación, utilizando las Tecnologías de la información y comunicación (TIC), donde se busca preparar estudiantes con las habilidades para responder a los cambios que exige el mundo actual. Está organizado en cinco trayectos formativos que aportan conceptos, teorías, métodos, procedimientos y técnicas para contribuir a la preparación pedagógica, didáctica y profesional de estudiantes, destacando por su relación con el estudio actual el Trayecto de Lenguas, lenguajes y tecnologías digitales que prepara a los docentes en formación para la integración de las tecnologías

de la información en la educación y el uso efectivo de las herramientas digitales en la enseñanza.

Se resalta la flexibilidad curricular que responde a una formación profesional docente integral, centrada en un sujeto global que recupera la especificidad contextual, regional, nacional e internacional, SEP (2022). Esto es fundamental para que la educación sea relevante y pertinente para los estudiantes, a través las estrategias de enseñanza que respondan a las necesidades específicas de sus estudiantes, con el objetivo de promover una vida digna y una sociedad más justa. Este plan de estudio busca formar a los docentes como agentes de cambio capaces de construir una educación de calidad para todos los niños y las niñas de México.

2. MÉTODO

En el presente estudio se ha empleado el método mixto exploratorio, como estrategia de investigación donde se combinan elementos de la investigación cuantitativa y cualitativa para obtener una comprensión más profunda del fenómeno: se parte de la evaluación de competencias tecnológicas de 57 estudiantes integrantes de la primera generación del Plan 2022 de la Licenciatura en Educación Preescolar y pertenecientes a la Escuela Normal Federal de Educadoras Maestra Estefanía Castañeda, de Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Este proceso se realizó mediante la aplicación del Cuestionario para el Estudio de la Competencia Digital del Alumnado de Educación Superior (CDAES) con los datos obtenidos se busca comprender desde diferentes perspectivas el impacto de los espacios curriculares que integran el Trayecto Formativo de Tecnologías Digitales, según el Plan 2022 de la Licenciatura en Preescolar, comparándolo con las habilidades digitales identificadas al ingreso de la Licenciatura.

Los hallazgos permitirán generar nuevas ideas respecto a emplear estrategias que permitan impulsar con mayor énfasis las habilidades digitales del alumnado y los docentes, así como indagar las tecnologías que son necesarias para enriquecer el trabajo de los formadores de docentes y por ende complementar la formación recibida por los normalistas. Al

mismo tiempo se enfoca en fomentar nuevas preguntas de investigación, significados y relaciones entre los esfuerzos institucionales en la implementación del plan de estudios vigente y los logros alcanzados, lo que facilitará una retroalimentación real al mismo.

La combinación de datos cuantitativos y cualitativos permite una mayor validez y confiabilidad de resultados.

En un primer momento se aplica el instrumento a 57 estudiantes de la primera generación del Plan 2022, mediante el Cuestionario para el Estudio de la Competencia Digital del Alumnado de Educación Superior (CDAES).

2.1. Enfoque cualitativo

De acuerdo a esto, se aplicó un instrumento de preguntas abiertas, al mismo número de estudiantes de la muestra, cuyas respuestas fueron transcritas y analizadas utilizando el software Atlas.ti. El objetivo fue identificar tendencias en las opiniones de los encuestados sobre la relevancia de las TIC, como la realidad aumentada, la inteligencia artificial y otras tecnologías en la práctica educativa, y crear categorías de análisis.

Las categorías de análisis se desarrollaron a partir de los temas recurrentes y las ideas principales expresadas por los encuestados. Entre las categorías identificadas se encuentran:

Desafíos en la implementación de TIC: Aquí se incluyen las barreras y dificultades mencionadas por los encuestados, como la falta de infraestructura adecuada o la necesidad de capacitación docente.

Impacto en el aprendizaje de los estudiantes: Esta categoría recoge las percepciones sobre cómo las TIC afectan en el aprendizaje y la motivación de los estudiantes.

Innovación y creatividad en la enseñanza: Se agrupan las opiniones sobre cómo las TIC pueden fomentar métodos de enseñanza más innovadores y creativos.

Percepción de la utilidad de las TIC en el aula: Esta categoría agrupa las opiniones sobre cómo las tecnologías, como la realidad aumentada y la inteligencia artificial, así como el uso de dispositivos tecnológicos pueden mejorar la enseñanza y el aprendizaje.

Cabe señalar que en cada categoría se agruparon códigos vinculados, que permiten observar las tendencias en las opiniones de los encuestados y la trascendencia en lo que al objeto de estudio se refiere.

Tabla 1

Familias de códigos

CODES-PRIMARY-DOCUMENTS-TABLE

Reporte creado por Super - 30/09/2024 09:58:33 a. m.

UH: [D:\CAEF\2024\Cuestionario cualitativo\ANALISIS CUALITATIVO.hpr7]

Código-filtro: Todos [11]

DP-Filtro: Todos [1]

Cita-filtro: Todos [352]

	P 1: Tecnologia_ini_doc.rtf	TOTALES:
APRENDIZAJE	91	91
DESVENTAJAS	99	99
USO_TEC	92	92
TOTALES:	282	282

Fuente. Análisis Atlas Ti. Cuestionario "Las tecnologías en la formación inicial de docentes"

En una última fase, se pretende tomar una muestra más pequeña, para aplicar una evaluación presencial, y que las estudiantes puedan presentar su aplicación y conocer su desempeño con respecto a las TIC relacionado con usos y funciones para generar competencias docentes.

2.2. Enfoque cuantitativo

Se empleó un tamaño muestral de 57 estudiantes de primer grado para realizar el análisis, éste se obtuvo al realizar el cálculo con el 95% de confiabilidad y un margen de error del 5%; se utilizó el software Decision

Analyst Stats 2.0. Para las alumnas del final del trayecto formativo se obtuvo, a través del muestreo aleatorio simple, una muestra de 57 estudiantes. La información recabada se digitaliza por medio de un módulo de cuestionario en el campus en línea institucional, el cual opera mediante Moodle. Estos datos se trataron a través de SPSS, realizando un análisis de frecuencias y de medias de los reactivos del cuestionario

3. RESULTADOS

El enfoque mixto exploratorio, involucra un análisis cualitativo y cuantitativo de los resultados de la evaluación a estudiantes para comprender sus experiencias con la integración de tecnologías emergentes en la formación docente.

En cuanto al análisis cuantitativo, al aplicar el Cuestionario para el Estudio de la Competencia Digital del Alumnado de Educación Superior (CDAES) a 57 estudiantes de la primera generación del Plan 2022, evaluando sus competencias tecnológicas al inicio y fin del trayecto formativo, es decir al inicio de su formación inicial docente de la Escuela Normal, se aplicó este instrumento, así como al final del trayecto de formación docente con tecnología, para hacer un comparativo, se presentan los resultados:

Tabla 2

Media de las respuestas a los reactivos primer semestre

Estadísticos										
					Uso software para la realización de mapas conceptuales y mentales (Canva, Genially...), diagramas o esquemas, para presentar las relaciones entre ideas y conceptos	Tengo la capacidad de concebir ideas originales, novedosas y útiles utilizando las TIC.	Soy capaz de crear trabajos originales utilizando los recursos TIC emergentes	Desarrollo materiales donde utilizo las TIC de manera creativa, apoyando la construcción de mi conocimiento	Soy capaz de adaptarme a nuevas situaciones y entornos tecnológicos	
N	Válidos	57	57	57	57	57	57	57	57	
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Media	29.00	4.89	8.40	8.53	7.68	6.44	4.98	6.70	8.05

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3

Media de las respuestas a los reactivos cuarto semestre

Estadísticos										
			Sé utilizar algún software de tratamiento de sonido o imagen	Sé utilizar alguna herramienta de comunicación sincrónica	Conozco herramientas de la web 2.0, para compartir y publicar recursos en línea	Uso software para la realización de mapas conceptuales y mentales (Canva, Genially...), diagramas o esquemas, para presentar las relaciones entre ideas y conceptos	Tengo la capacidad de concebir ideas novedosas y útiles utilizando las TIC.	Soy capaz de crear trabajos originales utilizando los recursos TIC emergentes	Desarrollo materiales donde utilizo las TIC de manera creativa, apoyando la construcción de mi conocimiento	Soy capaz de adaptarme a nuevas situaciones y entornos tecnológicos
N	Válidos	57	57	57	57	57	57	57	57	57
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		29.00	6.82	9.25	9.07	9.46	8.26	7.09	9.26	8.96

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a las consideraciones anteriores, y para dar continuidad al análisis en lo que respecta a lo cualitativo. Se destaca lo siguiente de acuerdo a las categorías de análisis que se plantearon.

3.1. Desafíos en la implementación de TIC

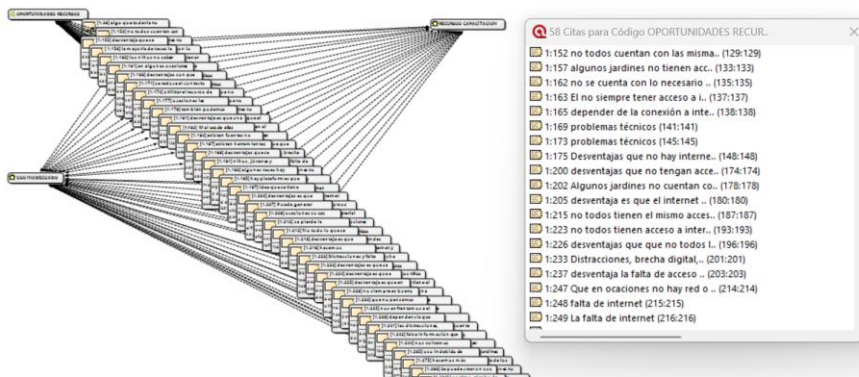
En esta categoría, en la que se incluyen las barreras y dificultades, entre las que destacan la falta de infraestructura adecuada o la necesidad de capacitación docente, las encuestadas reflexionan sobre que, aunque hay un gran avance en cuestión al acceso a nuevas oportunidades tecnológicas, existe todavía una brecha importante en cuanto los recursos tecnológicos que existen en las escuelas de educación pública, lo que limita el uso de tecnologías emergentes.

Por otro lado, algunas de ellas consideran que aún hace falta mayor capacitación para aplicarlas adecuadamente, en algunos casos se les puede llegar a dificultar su aplicación y consideran importante que los docentes de las escuelas del nivel sigan en constante capacitación.

De igual forma consideran que si no se aplica adecuadamente y existiera un uso excesivo de estas tecnologías, podría representar en distracción de los estudiantes y en detrimento del objetivo del aprendizaje.

Figura 1

Citas con respecto a los desafíos



Fuente. Elaboración propia Cuestionario "Las tecnologías en la formación inicial de docentes"

3.2. Impacto en el aprendizaje de los estudiantes

En esta categoría, en la que se recogen las percepciones sobre cómo las TIC afectan el aprendizaje y la motivación de los estudiantes, las opiniones van en el sentido de que las tecnologías emergente aplicadas en el aula, mantienen un interés positivo en los estudiantes, puesto que las actividades con tecnología llaman su atención y puede representar que haya una mayor participación del niño, ampliando su creatividad y desarrollando habilidades digitales a la par del contenido temático en el que se esté trabajando.

De igual manera, consideran que mediante la tecnología el niño comprende de mejor manera los contenidos, mejorando la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes; reflexionan respecto a esto tomando en

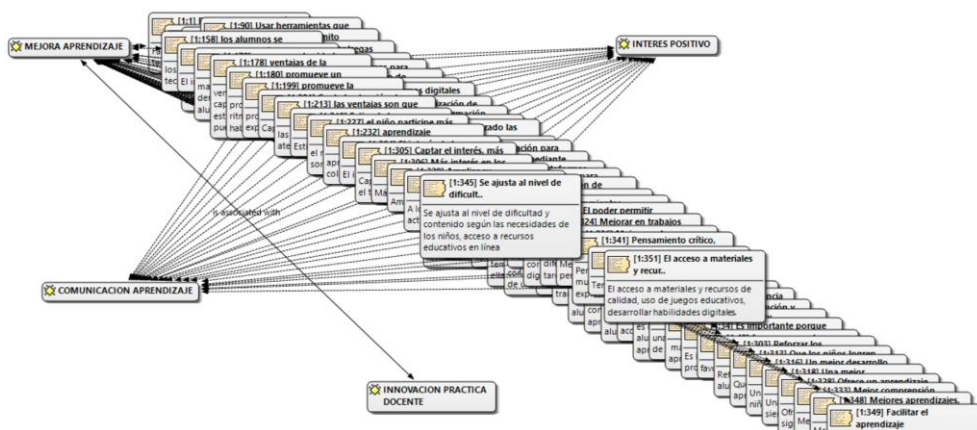
cuenta que hoy en día los alumnos están muy relacionados con la tecnología y es un apoyo para su aprendizaje.

Pueden aprender mejor, con el uso de juegos interactivos que complementen las actividades y situaciones didácticas, videos educativos, realidad aumentada, etc.

Aunado a esto, en su desarrollo como futuras docentes, las tecnologías emergentes han tenido un impacto positivo, accediendo a recursos en línea, plataformas educativas y aplicaciones para desarrollar sus trabajos académicos, mantener una comunicación constante entre ellas y los docentes en los diferentes cursos de su carrera, y han adquirido un conocimiento importante sobre el uso correcto de ellas y que ha impactado directamente sobre el desarrollo de sus competencias digitales docentes.

Figura 2

Citas con respecto al aprendizaje en estudiantes



Fuente. Elaboración propia Cuestionario "Las tecnologías en la formación inicial de docentes"

3.3. Innovación y creatividad en la enseñanza

En esta categoría, en donde se agrupan las opiniones en cuanto a los innovación y creatividad con el uso de las TIC; las estudiantes consideran

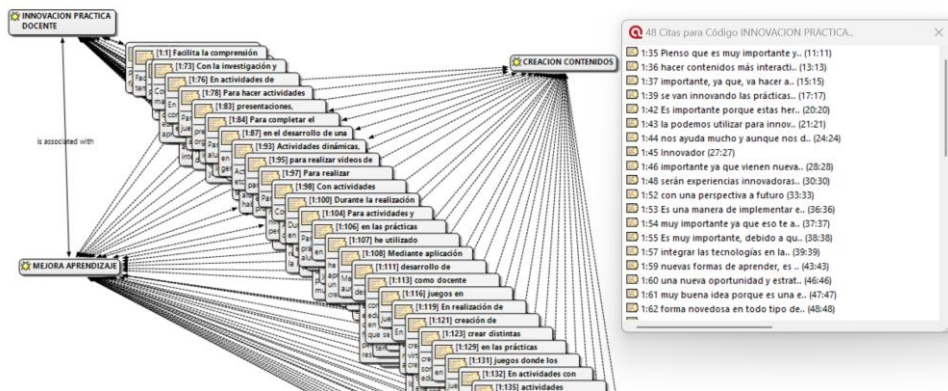
que existe una estrecha relación entre “hacer las cosas bien, de una manera creativa e innovadora” y la mejora del aprendizaje de los estudiantes.

En este sentido, opinan que aplicar tecnología en el aula puede ser muy importante y un factor de impacto en las problemáticas que existen en los contextos escolares, además de que las actividades que se plantean a los estudiantes se pueden trabajar de una manera más dinámica y creativa, creando experiencias de aprendizaje personalizadas, favoreciendo la colaboración entre alumnos.

Esta innovación como la consideran, en resumen, permite que los contenidos sean de más fáciles de comprender, amplían las formas en que los estudiantes pueden interactuar con el contenido y fomentan habilidades como el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas.

Figura 3

Citas con respecto a la innovación de la práctica docente



Fuente. Elaboración propia Cuestionario "Las tecnologías en la formación inicial de docentes"

3.4. Percepción de la utilidad de las TIC en el aula

En esta categoría, en la que se agrupan las opiniones sobre cómo las tecnologías emergentes pueden mejorar la enseñanza y el aprendizaje, las

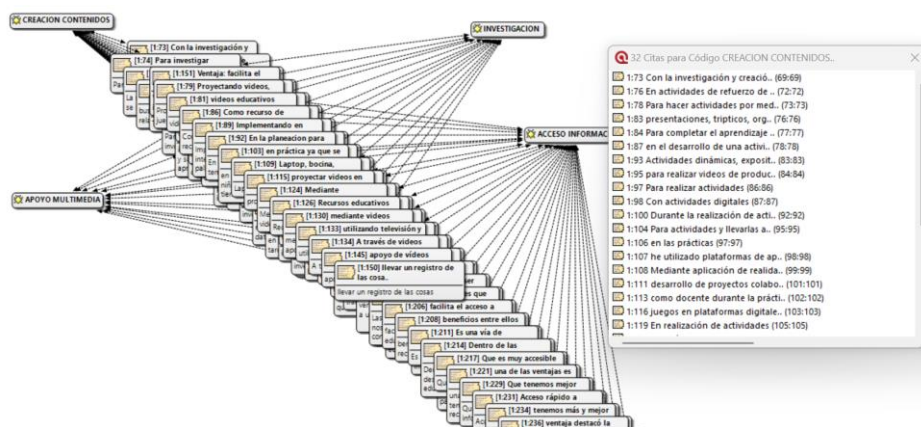
estudiantes perciben la utilidad de las TIC como una manera en primer lugar de seguirse actualizando, a través de la investigación, consultando fuentes, accediendo a bases de datos indexadas con artículos relevantes para su formación, páginas con contenidos educativos que sean de utilidad para la enseñanza y el aprendizaje.

En segundo lugar, utilizando aplicaciones de la WEB 3.0 que puedan usar para la creación de contenidos educativos, tanto para sus clases y propio aprendizaje, como para la creación de contenido educativo para los alumnos en sus jornadas de práctica docente intensiva en las escuelas de educación pública.

Además, destacan, como las tecnologías hoy en día son un apoyo fundamental para el docente, haciendo uso de dispositivos tecnológicos para presentar contenido multimedia en las aulas, tales como celulares, tabletas, lentes de realidad aumentada, proyectores, pantallas, sonido multimedia, etc.

Figura 4

Citas con respecto al uso de tecnología en el aula



Fuente. Elaboración propia Cuestionario "Las tecnologías en la formación inicial de docentes"

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La investigación destaca la importancia de integrar las tecnologías emergentes en la formación docente. De los contenidos abordados la inteligencia artificial puede personalizarse el aprendizaje, ofreciendo a los estudiantes contenido adaptado a su ritmo y estilo de aprendizaje, la realidad aumentada permite crear experiencias de aprendizaje inmersivas y atractivas, facilita la comprensión de conceptos complejos y motiva el interés del alumnado, la realidad virtual ofrece un entorno de aprendizaje interactivo e inmersivo, ideal para explorar escenarios y situaciones de aprendizaje complejas.

El Plan de estudios 2022 de la Licenciatura en Educación Preescolar 2 como motor de cambio, por su importancia dentro de la presente investigación para fomentar la competencia digital en los futuros docentes es crucial analizar como éste plan se adapta a las necesidades específicas de la educación preescolar, considerando las características de aprendizaje de los alumnos de este nivel educativo.

Si bien las Tecnologías de la Información y Comunicación son indispensables, se pone de manifiesto la importancia de las tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial (IA), la Realidad aumentada (RA) y la Realidad virtual (RV). Se necesita un debate más profundo sobre cómo estas tecnologías pueden ser incorporadas de forma ética y pedagógicamente adecuada en las aulas de preescolar.

Sin duda se enfatiza la necesidad de diseñar experiencias de aprendizaje innovadoras y motivadoras en preescolar, que responda a ¿Cómo se puede integrar la IA, RA Y RV para crear experiencias de aprendizaje significativas que promuevan la creatividad, el pensamiento crítico y la participación activa de los niños?

Aunado a lo anterior se presentan desafíos y oportunidades en aprovechar el potencial de las tecnologías emergentes. ¿Cómo abordar los desafíos éticos y pedagógicos de su implementación en las aulas de preescolares?, ¿Cómo se puede garantizar que sean de apoyo en el desarrollo integral del niño preescolar, incluyendo aspectos socioemocionales y la interacción

social?, ¿Cómo se pueden desarrollar experiencias de aprendizaje que sean atractivas y seguras para niños pequeños?

El presente estudio indica que la formación docente debe ser continua y adaptarse a la rápida evolución de las tecnologías. ¿Cómo se puede asegurar que las docentes normalistas tengan acceso a la formación actualizada y pertinente sobre las tecnologías emergentes?

A manera de conclusión se expone que el Plan 2022 de la Licenciatura en Educación Preescolar ha logrado un avance significativo en la formación de docentes digitalmente competentes. Se afirma que la integración de tecnologías emergentes es fundamental para preparar a los futuros maestros para un entorno educativo digitalizado. La investigación tiene implicaciones directas para la formación docente en México que buscan integrar las tecnologías emergentes en la educación, destaca la importancia de la investigación y la innovación en el ámbito educativo para dar respuesta a las demandas de una sociedad digitalizada.

La formación docente debe ser digitalmente transformadora, los resultados del estudio evidencian la importancia de integrar las tecnologías emergentes en la formación de docentes ya que es fundamental preparar a los futuros maestros para un entorno educativo digitalizado, donde la Inteligencia artificial, la Realidad aumentada y la Realidad virtual desempeñan un papel fundamental.

Se rescata la investigación y la innovación como un factor clave, que permita a la docente en formación explorar el potencial de las tecnologías emergentes en las aulas de preescolar, incluyendo plataformas digitales, juegos educativos y herramientas interactivas, que permitan promover la innovación pedagógica y el diseño de recursos educativos donde se aprovechen las ventajas de las tecnologías antes mencionadas.

Se debe tomar en cuenta que la incorporación de las tecnologías emergentes debe estar guiada por principio éticos y pedagógicos sólidos,

asegurandose del uso de las tecnologías de forma responsable y que contribuyan al desarrollo integral de la niñez en México.

Para finalizar este estudio resalta la necesidad de una transformación digital, reconociendo el rol de los docentes como un factor crucial para la integración de las tecnologías emergentes de manera responsable y ética, donde se permita crear experiencias de aprendizaje más innovadoras y enriquecedoras para los niños, preparando a las próximas generaciones para un futuro cada vez más digital.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATLAS.ti Scientific Software Development GmbH. (2023). ATLAS.ti Mac (versión 23.2.1) [Software de análisis de datos cualitativos]. <https://atlasti.com>

Decision Analyst Stats 2.0.(2024). Analyst Stats. [Software de análisis de datos cuantitativos]. <https://decision-analyst-stats>

DOF (2022). *Anexo 03 plan de estudio de la licenciatura en educación preescolar.* https://www.dof.gob.mx/2022/SEP/ANEXO_3_DEL_ACUERDO_16_08_22.pdf

GOBIERNO DE MEXICO (2022). *Planes 2022.* <https://www.cevie-dgesum.com/index.php/planes-de-estudios/planes-2022>

GUTIÉRREZ C. J. et al (2017). *Diseño y validación de un instrumento de evaluación de la competencia digital del estudiante universitario.* <https://www.revistaespacios.com/a17v38n10/17381018.html>

IBERO (2024) *Tecnologías Emergentes en Ambientes Digitales: Realidad Aumentada, Realidad Virtual y Más.* <https://www.iberu.edu.co/blog/articulos/tecnologias-emergentes-ambientes-digitales>

UNESCO (2024). *¿Por qué la UNESCO considera importante la innovación digital en la educación?.* <https://www.unesco.org/es/digital-education/need-know>

ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE ACTIVO MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA: CREACIÓN DE UN HERBARIO VIRTUAL EN EDUCACIÓN PRIMARIA

Gloria L. Morales Pérez

glorialuisamp@euosuna.org <https://orcid.org/0000-0002-4699-4093>

Escuela Universitaria de Osuna (España)

RESUMEN

El presente trabajo describe la creación y desarrollo de un herbario virtual en el contexto del Grado de Educación Primaria, utilizando herramientas tecnológicas innovadoras como códigos QR y sistemas de geolocalización. El objetivo principal de esta investigación fue fomentar un aprendizaje más interactivo y contextualizado de la botánica, integrando estas tecnologías para mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes con las ciencias naturales. Para la metodología, se adoptó un enfoque colaborativo en el que los estudiantes participaron activamente en distintas fases del proyecto. Inicialmente, recolectaron y documentaron información sobre especies locales, que posteriormente fue digitalizada y asociada a códigos QR. Estos códigos permitieron acceder a información complementaria, mientras que la geolocalización ayudó a situar las plantas en sus hábitats naturales en un mapa interactivo. Entre los resultados más destacados, se observó un aumento considerable en el interés de los estudiantes hacia las ciencias naturales, acompañado de una mejora en la retención y comprensión de conceptos científicos. Además, la implementación de tecnologías digitales facilitó el desarrollo de competencias tecnológicas avanzadas, como el uso de la realidad aumentada y el análisis de datos georreferenciados. Para concluir queremos señalar que este enfoque metodológico demuestra que la integración de herramientas tecnológicas, como los códigos QR y la geolocalización, no solo transforma el aprendizaje de las ciencias naturales, sino que también fomenta un

compromiso más profundo con el entorno natural y un desarrollo integral de competencias digitales.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias está en el centro de múltiples debates dentro de la comunidad educativa, dado el notable desinterés de los estudiantes por estas materias. Diversas investigaciones han identificado esta falta de interés como un factor determinante en el bajo rendimiento académico y la escasa motivación para continuar estudios en disciplinas científicas. Según Cueva, Hernández, Leal y Mendoza (2016), este fenómeno no es solo un problema educativo, sino también social, ya que impacta directamente en la capacidad de los estudiantes para adquirir las habilidades necesarias en una sociedad cada vez más orientada hacia el conocimiento científico y tecnológico.

Son numerosos los trabajos que han señalado como responsables de esta desconexión entre los estudiantes y las ciencias a la falta de estrategias didácticas que fomenten la curiosidad, la indagación y el aprendizaje activo en el aula (Díaz y Rodríguez, 2015). Durante mucho tiempo, los métodos tradicionales de enseñanza se han centrado en la transmisión unidireccional de conocimientos, lo que deja poco espacio para que los estudiantes participen de forma activa en su proceso de aprendizaje. Como resultado, los estudiantes a menudo se sienten desconectados de los contenidos científicos, percibiéndolos como abstractos y distantes de su realidad.

Para abordar este problema, es necesario introducir diferentes perspectivas que sitúen al estudiante en el centro del proceso de

aprendizaje, con el docente desempeñando un rol de facilitador o guía, muy diferente de su papel tradicional. Tal como señalan Martínez y Zea (2004), este cambio de enfoque pedagógico resulta clave para estimular la motivación y el interés de los estudiantes, ya que les permite convertirse en protagonistas de su propio aprendizaje. En este sentido, el constructivismo, que propone que los estudiantes construyen su conocimiento a través de la interacción con el entorno y la reflexión sobre sus experiencias, ofrece una base sólida para reformular la enseñanza de las ciencias.

Uno de los enfoques más destacados dentro del paradigma constructivista es el aprendizaje por descubrimiento. Esta metodología es muy interesante de aplicar en la enseñanza de las ciencias, ya que permite que los estudiantes se involucren de manera directa en su propio proceso de aprendizaje. Los estudiantes no solo aprenden mejor cuando se les anima a descubrir por sí mismos, sino que también son capaces de conectar los nuevos conocimientos con sus experiencias previas, lo que facilita la comprensión y la retención a largo plazo. Además, este enfoque promueve habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico, fundamentales tanto en el ámbito académico como en la vida diaria (Eleizalde et al., 2010).

Este tipo de aprendizaje no solo tiene beneficios en el ámbito cognitivo, sino que también influye en el desarrollo social y afectivo de los estudiantes. Cuando los alumnos pueden relacionar lo que aprenden en el aula con sus experiencias cotidianas y el entorno natural que los rodea, no solo se produce una mejor comprensión de los contenidos, sino que también se fomenta una actitud positiva hacia el aprendizaje. Ravanal, et al. (2014) subrayan que este tipo de experiencias, que permiten a los estudiantes

conectar el conocimiento con su contexto, son clave para generar un aprendizaje significativo y duradero.

En este contexto, la tecnología ha emergido como un recurso clave para potenciar el aprendizaje por descubrimiento y enriquecer el proceso educativo. En particular, herramientas como los códigos QR y la geolocalización permiten que los estudiantes interactúen con la información de manera dinámica y en tiempo real. Al integrar estas herramientas en el aula, los estudiantes pueden acceder a contenidos adicionales, visualizar modelos interactivos y vincular la teoría con su entorno inmediato, lo que les ayuda a entender mejor los conceptos abstractos.

El uso de tecnologías como los códigos QR facilita un aprendizaje más autónomo y personalizado. Los estudiantes, a través de dispositivos móviles, pueden escanear estos códigos para acceder a información específica, recursos multimedia o incluso modelos en realidad aumentada que complementan lo aprendido en el aula. Esta interacción con los contenidos digitales enriquece el aprendizaje y lo hace más accesible, especialmente para aquellos estudiantes que necesitan diversos tipos de apoyo visual o interactivo.

La geolocalización permite situar el conocimiento en un contexto geográfico concreto, lo cual es particularmente útil en el estudio de disciplinas como la biología y la geografía. Gracias a esta tecnología, los estudiantes pueden relacionar los conceptos aprendidos con su entorno natural, facilitando una comprensión más profunda del contenido y fomentando un vínculo emocional con su entorno. Además, esta tecnología permite a los docentes crear experiencias de aprendizaje más inmersivas y

conectadas con el mundo real, lo que incrementa el interés y la motivación de los estudiantes.

Una de las aplicaciones más innovadoras de estas tecnologías es la creación de herbarios virtuales. En este tipo de proyectos, los estudiantes recopilan y documentan especies vegetales locales, utilizando herramientas tecnológicas para crear bases de datos interactivas que pueden ser consultadas por otros estudiantes o miembros de la comunidad. Los códigos QR permiten que los usuarios accedan a información detallada sobre cada especie, mientras que la geolocalización muestra la ubicación exacta de cada planta en el entorno natural. Este tipo de experiencias no solo fomenta el interés por la ciencia y la tecnología, sino que también promueve una mayor conciencia sobre la importancia de la conservación del medio ambiente.

Este trabajo presenta una experiencia educativa que combina el aprendizaje por descubrimiento con la tecnología, llevada a cabo en el Grado de Educación Primaria de la Escuela Universitaria de Osuna. El proyecto, centrado en la creación de un herbario virtual, permitió a los estudiantes recolectar y documentar especies vegetales locales utilizando códigos QR y la geolocalización. A través de esta experiencia, los estudiantes no solo adquirieron conocimientos sobre la biodiversidad de su entorno, sino que también desarrollaron competencias tecnológicas que serán fundamentales para su futuro profesional.

En la enseñanza de las ciencias se hace muy necesario cambiar de metodología para conectar con el alumnado, y el aprendizaje por descubrimiento, apoyado en tecnologías como los códigos QR y la geolocalización, representa una alternativa prometedora. Este enfoque no

solo facilita un aprendizaje más profundo y significativo, sino que también prepara a los estudiantes para los desafíos de una sociedad cada vez más tecnológica e interconectada, donde las habilidades digitales y científicas son esenciales para el éxito académico y profesional.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar un herbario virtual utilizando herramientas tecnológicas, como códigos QR y geolocalización, con el fin de promover un aprendizaje activo y contextualizado en estudiantes de Educación Primaria. El proyecto busca aumentar la motivación de los estudiantes hacia las ciencias naturales, fomentando su interés por la botánica a través de herramientas digitales que hagan el proceso de aprendizaje más atractivo y relevante.

Otro de los objetivos que se persiguen es el de mejorar las competencias digitales de los estudiantes mediante la integración de herramientas tecnológicas avanzadas en el aula. A través de la creación y uso del herbario virtual, los estudiantes desarrollarán habilidades tecnológicas esenciales como la creación de códigos QR y el uso de sistemas de geolocalización, lo que les permitirá abordar el aprendizaje científico de manera innovadora y aplicable a su vida cotidiana y futura.

Por otro lado, se busca poner en valor la flora autóctona de la zona, promoviendo en los estudiantes una mayor conciencia sobre la biodiversidad local y la importancia de su conservación. Mediante la exploración de su entorno natural, se pretende que los alumnos reconozcan el valor ecológico y cultural de las especies locales, contribuyendo a la

preservación del medio ambiente. Al mismo tiempo, se pretendió dotar a los estudiantes de una herramienta educativa atractiva que fomente el estudio de las ciencias, facilitando el acceso a la información científica de forma interactiva. El herbario virtual, a través de la tecnología, actúa como un medio innovador para captar el interés de los estudiantes y motivarlos a participar de manera activa en el proceso de aprendizaje de las ciencias naturales. Este trabajo, no solo busca mejorar el aprendizaje de las ciencias y la tecnología, sino también inculcar en los estudiantes el respeto por la naturaleza y el entorno local, motivándolos a convertirse en futuros defensores del medio ambiente y usuarios competentes de las herramientas tecnológicas.

3. METODOLOGÍA

El desarrollo del herbario virtual como herramienta educativa fue un proceso estructurado y meticulosamente diseñado para integrar tanto el conocimiento científico como las tecnologías emergentes. Este proyecto fue implementado como parte del currículo del Grado de Educación Primaria en la Escuela Universitaria de Osuna, en una colaboración interdisciplinar entre las asignaturas de Fundamentos de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Información y la Comunicación aplicadas a la Educación (TIC). A lo largo de diferentes fases, las personas participantes no solo adquirieron conocimientos científicos sobre la flora local, sino que también desarrollaron habilidades tecnológicas que les permitieron crear una herramienta educativa innovadora, como es un herbario virtual enriquecido con realidad aumentada.

La metodología se dividió en cuatro fases fundamentales: Fase 1, la recolección de datos, la segunda consistente en la creación de códigos QR, a continuación la geolocalización de las plantas y por último la fase de desarrollo de la plataforma virtual. Cada una de estas fases implicó un proceso de aprendizaje activo por parte de los participantes, quienes, bajo la supervisión de las docentes, gestionaron cada paso del proyecto de forma colaborativa y autónoma. A continuación, se describen con más detalle lo realizado en cada una de estas:

Fase 1. Recolección de Datos: Exploración y documentación de la flora local.

La primera fase del proyecto consistió en la identificación y recolección de plantas locales por parte de los discentes. Esta actividad se desarrolló en la asignatura de Fundamentos de Ciencias de la Vida, cuyo objetivo principal era proporcionar a los futuros docentes conocimientos esenciales sobre biología y ecología, centrándose en la flora autóctona de la región. Los estudiantes fueron divididos en pequeños grupos y, equipados con guías de campo que ellos mismos elaboraron, realizaron salidas al entorno natural y parques más cercanos para recolectar muestras de diversas especies de plantas.

Durante estas expediciones, se hizo hincapié en la observación detallada de cada planta, promoviendo la capacidad de los estudiantes para identificar especies y clasificar las muestras. Además de recolectar las plantas, los estudiantes registraron información detallada sobre cada una de ellas, incluyendo el nombre científico y el nombre común, las características morfológicas (tamaño, forma de las hojas, tipo de flores, etc.), el hábitat en el que se encontraban y sus posibles usos (medicinales, ornamentales,

alimentarios, etc.). Este proceso de documentación resultó clave para que los estudiantes adquirieran una comprensión profunda no solo de las características físicas de las plantas, sino también de su ecología y su papel en el entorno local.

Una vez recolectadas y documentadas las plantas, se procedió a su conservación mediante prensado para su posterior análisis. Cada muestra fue fotografiada con precisión, destacando tanto su aspecto general como los detalles morfológicos más relevantes, como las hojas, los tallos y las flores. La importancia de esta fase radicó en que cada imagen capturada serviría más adelante como base visual para la creación del herbario virtual, permitiendo que los usuarios de la plataforma pudieran observar de manera clara y detallada las características de cada especie.

Fase 2. Creación de códigos QR: Integración de realidad aumentada.

Se llevó a cabo en la asignatura de TIC aplicadas a la educación, donde los estudiantes tomaron los datos recolectados en la fase anterior y los transformaron en contenido interactivo utilizando tecnologías de realidad aumentada. Cada planta documentada fue asignada a un código QR, una herramienta que facilita el acceso inmediato a información digital a través de dispositivos móviles.

Los estudiantes organizados en pequeños grupos, utilizando diversas aplicaciones y software de creación de códigos QR, generaron enlaces a páginas web o bases de datos en línea que contenían toda la información relevante sobre cada planta. Además de la descripción científica y las fotografías, estos enlaces incluían recursos adicionales, como videos

explicativos, gráficos interactivos y artículos científicos relacionados con las especies en cuestión. Esta integración de recursos digitales tenía como objetivo enriquecer la experiencia de los usuarios, permitiéndoles acceder a una amplia gama de materiales complementarios que les ayudaran a comprender mejor las características y el valor ecológico de cada planta.

El uso de códigos QR resultó ser una herramienta muy versátil y accesible para los estudiantes. No solo les permitió organizar la información de forma eficiente, sino que también ofreció una oportunidad para explorar las posibilidades de la realidad aumentada en la enseñanza. A través de aplicaciones móviles específicas, los usuarios podían escanear los códigos QR y visualizar modelos en 3D de las plantas, recreando su forma y estructura en el espacio real. Esta característica fue especialmente valorada, ya que les permitió interactuar con las plantas de una manera muy distinta de los recursos didácticos tradicionales.

Fase 3. Geolocalización: Vinculación del conocimiento al entorno real. La tercera fase del proyecto consistió en la geolocalización de las plantas, una técnica que permitió situar las muestras recolectadas en su contexto geográfico original. Para ello, los estudiantes utilizaron tecnología GPS marcando la ubicación exacta de cada planta en un mapa interactivo. Cada grupo de estudiantes, durante sus salidas de campo, tomó las coordenadas geográficas de las plantas que habían recolectado, anotando su latitud y longitud para incluir esta información en la plataforma virtual.

La geolocalización no solo proporcionó una herramienta adicional para la organización del herbario, sino que también permitió a los estudiantes establecer una conexión más profunda con el entorno natural. Al conocer la

ubicación precisa de cada planta, los usuarios del herbario virtual podían no solo acceder a la información científica sobre las especies, sino también visualizar su distribución geográfica y comprender las características ecológicas de los diferentes hábitats en los que se encontraban. Esto resultó especialmente valioso desde un punto de vista didáctico, ya que fomentó en los estudiantes una mayor conciencia sobre la biodiversidad local y la importancia de la conservación de los ecosistemas más cercanos.

Fase 4. Desarrollo de la plataforma virtual: Un espacio interactivo de aprendizaje.

La última fase del proyecto fue el desarrollo de una plataforma virtual que integrara tanto los códigos QR como la geolocalización de las plantas. Este entorno virtual fue diseñado para ser accesible a través de dispositivos móviles y ordenadores, facilitando la consulta del herbario por parte de los usuarios. A través de esta plataforma, cualquier persona interesada podía escanear los códigos QR asociados a cada planta, lo que les permitía acceder a una página con toda la información recopilada, así como ver la ubicación exacta de la planta en un mapa interactivo.

Se diseñó una interfaz intuitiva y fácil de usar, que permitía la navegación entre las diferentes especies de plantas y ofrecía diversas opciones de búsqueda, como por nombre científico, nombre común o ubicación geográfica. La plataforma no solo sirvió como un recurso didáctico para los propios estudiantes, sino que también fue creada pensando en su uso por parte de otros docentes y estudiantes de diferentes niveles educativos, convirtiéndose en una herramienta de enseñanza-aprendizaje abierta y colaborativa.

El proceso de creación de esta plataforma permitió a los estudiantes desarrollar habilidades tecnológicas avanzadas, como la programación básica, el diseño web y la gestión de bases de datos. Estas competencias, adquiridas a lo largo del proyecto, resultaron ser de gran valor para su formación profesional, ya que trabajaron la competencia digital docente.

3. RESULTADOS

Combinar la exploración científica con el uso de tecnologías avanzadas, no solo permitió a los estudiantes adquirir conocimientos sobre la flora local, sino que también les ofreció la oportunidad de desarrollar la competencia digital y el trabajo colaborativo. La creación del herbario virtual se convirtió en un proceso de aprendizaje significativo, en el que los estudiantes participaron activamente en todas las etapas del proyecto, desde la recolección de datos hasta el diseño de la plataforma interactiva. El resultado fue una herramienta educativa innovadora que no solo acerca la ciencia a los estudiantes, sino que también promueve una mayor conciencia sobre la conservación del entorno natural.

Además supuso un avance innovador en la enseñanza de las ciencias, integrando la botánica con la tecnología y favoreciendo una interacción activa del alumnado con su entorno natural. En este sentido, el uso de recursos tecnológicos como los códigos QR y la geolocalización permitió a los estudiantes involucrarse de manera más dinámica en el proceso de aprendizaje, lo que dio lugar a diversos resultados positivos tanto a nivel de interés, comprensión de contenidos, adquisición de habilidades tecnológicas y la interacción con el entorno natural.

1. Incremento en el interés y la motivación.

Uno de los resultados más destacados fue el aumento en el interés de los estudiantes hacia las ciencias naturales. La combinación de actividades prácticas, como la recolección de muestras de plantas, con el uso de tecnologías emergentes como los códigos QR, generó un ambiente de aprendizaje más atractivo y relevante para los alumnos. Estudios previos han evidenciado que la integración de tecnologías digitales en el aula puede mejorar la motivación del alumnado, especialmente cuando estas herramientas fomentan la participación activa y el descubrimiento autónomo (Amores, 2019). La experiencia de trabajo colaborativo, sumada al componente tecnológico, permitió a los estudiantes ver el contenido de ciencias naturales como algo más cercano y aplicable a su vida cotidiana, lo que coincide con investigaciones que señalan que la relevancia percibida de un tema está relacionada con la motivación intrínseca del estudiante (Wang et al., 2020).

2. Mejora en la comprensión y retención de la información científica.

El proceso de recolección, documentación, y geolocalización de especies de plantas locales permitió a los estudiantes profundizar en su conocimiento sobre botánica. La metodología activa basada en el descubrimiento les ayudó a desarrollar un aprendizaje más significativo, ya que los alumnos pudieron relacionar los conceptos teóricos aprendidos en clase con sus experiencias directas en el entorno natural. Investigaciones previas señalan que el aprendizaje experiencial y activo, como el que se lleva a cabo en proyectos de campo apoyados en tecnología, favorece no solo la comprensión de los contenidos, sino también la retención de estos a largo

plazo (Hwang, 2014). Los estudiantes no solo adquirieron conocimientos sobre la flora local, sino que también comprendieron conceptos científicos clave como los ecosistemas y la biodiversidad, lo que refleja las ventajas del enfoque interdisciplinar (Krajcik & Blumenfeld, 2006).

3. Desarrollo de habilidades tecnológicas.

Otro resultado importante fue el aumento en la competencia tecnológica del alumnado. Los estudiantes no solo aprendieron a utilizar herramientas digitales básicas, sino que también adquirieron habilidades más avanzadas, como la creación de códigos QR y el uso de sistemas de geolocalización. Este tipo de competencias son cada vez más demandadas en el ámbito educativo y profesional, lo que hace que la integración de estas tecnologías en el aula sea altamente valiosa (Ferrer-Torregrosa et al., 2015). Además, el desarrollo de un herbario virtual permitió que los estudiantes exploraran las posibilidades de la realidad aumentada como herramienta educativa, lo cual está alineado con estudios que destacan el impacto positivo de esta tecnología en el aprendizaje (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018).

4. Fomento de la interacción con el entorno natural.

La experiencia del herbario virtual también promovió una interacción más profunda con el entorno natural. Al geolocalizar las diferentes especies de plantas, los estudiantes pudieron comprender mejor la relación entre la flora local y su ecosistema, desarrollando una mayor conciencia ecológica y un respeto por la biodiversidad. Esta interacción activa con el medio ambiente ha sido señalada en la literatura como un factor clave para desarrollar actitudes pro ambientales y una mayor apreciación por la

naturaleza (Jiménez y Valdés, 2020). Además, el hecho de que los estudiantes participaran en todas las etapas del proyecto —desde la recolección de datos hasta la creación de la plataforma virtual— les permitió tomar conciencia del impacto del ser humano en los ecosistemas y la importancia de su conservación (Cheng & Monroe, 2012).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La creación de un herbario virtual utilizando códigos QR y la geolocalización ha demostrado ser una metodología educativa efectiva en el fomento del interés de los estudiantes hacia las ciencias naturales y la tecnología. Al incorporar estas herramientas tecnológicas en el aula, los alumnos no solo adquieren conocimientos sobre la flora local, sino que también desarrollan competencias tecnológicas y científicas clave. Según estudios previos, la combinación de tecnología y ciencias naturales incrementa la motivación y el compromiso de los estudiantes, al hacer el aprendizaje más interactivo y contextualizado en la vida real (Cheng & Monroe, 2012).

En relación con el objetivo principal, el uso de estas tecnologías permitió a los estudiantes interactuar de manera activa con el contenido, lo que resultó en un aumento notable de su interés por la botánica. La metodología implementada, que integra recursos digitales, transformó el proceso de enseñanza-aprendizaje tradicional en una experiencia más dinámica y participativa, fomentando la curiosidad científica de los alumnos. Con respecto al objetivo secundario, se observó que los estudiantes no solo adquirieron conocimientos botánicos, sino que también desarrollaron competencias digitales clave, tales como la creación de códigos QR y el uso

de sistemas de geolocalización. Estas habilidades son fundamentales en un mundo cada vez más digitalizado, y su integración en el aula no solo facilita el acceso a la información científica, sino que también prepara a los alumnos para los retos tecnológicos del futuro. Esta combinación de ciencia y tecnología permitió que el aprendizaje fuera más significativo y contextualizado en la realidad actual de los estudiantes. El uso de códigos QR y la tecnología de geolocalización, como se observa en trabajos previos, permite a los estudiantes explorar el entorno natural de manera más profunda. Este enfoque integra conceptos de la biología con la tecnología móvil, facilitando la comprensión y retención de información científica (Eliasson et al., 2016). Al proporcionar acceso inmediato a información detallada sobre las especies a través de los códigos QR, se promueve un aprendizaje autónomo, que favorece el pensamiento crítico y la capacidad de investigación en los estudiantes (Lee et al., 2011).

Además, la tecnología utilizada en este proyecto facilita una mayor conexión entre los estudiantes y el entorno natural, lo cual es crucial para el desarrollo de una actitud positiva hacia la naturaleza y la conservación ambiental. Como indican Cheng y Monroe (2012), el fomento de esta conexión emocional es esencial para el aprendizaje afectivo en las ciencias, ya que no solo se adquiere conocimiento, sino también una mayor conciencia sobre la importancia de la biodiversidad local.

Se observó que los estudiantes no solo mejoraron en su comprensión de los conceptos científicos, sino que también desarrollaron habilidades tecnológicas avanzadas. Esto es consistente con investigaciones que han mostrado cómo las herramientas tecnológicas integradas en la enseñanza

de las ciencias aumentan la competencia digital y la eficacia en el aprendizaje de los estudiantes (Hung, Hwang, & Wang, 2014).

La integración de tecnologías como los códigos QR y la geolocalización en proyectos educativos de ciencias naturales representa una poderosa estrategia para aumentar la motivación, el aprendizaje significativo y la conexión con el entorno natural. Estas herramientas no solo hacen que la ciencia sea más accesible y atractiva, sino que también proporcionan a los estudiantes habilidades valiosas para su futuro académico y profesional. La metodología aplicada en el herbario virtual se alinea con las tendencias actuales en educación, promoviendo un aprendizaje más interactivo y basado en la exploración autónoma. Los estudiantes participaron activamente en la identificación y documentación de especies locales, lo que promovió una mayor conciencia sobre la biodiversidad y la importancia de su conservación. Al conocer y explorar su entorno natural, los alumnos no solo aprendieron sobre la ciencia de la botánica, sino que también desarrollaron un sentido de responsabilidad hacia la protección del medio ambiente. Por último, y relacionado con el objetivo motivacional, el herbario virtual sirvió como una herramienta atractiva y accesible que incentivó el estudio de las ciencias naturales. La interactividad proporcionada por las tecnologías emergentes logró captar la atención de los estudiantes, haciéndolos partícipes de su propio proceso de aprendizaje. La experiencia digital hizo que la ciencia fuera percibida como una disciplina más cercana y relevante, lo que refuerza la importancia de utilizar recursos innovadores en la educación.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cheng, J. C.-H., & Monroe, M. C. (2012). Connection to nature: Children's affective attitude toward nature. *Environment and Behavior*, 44(1), 31-49. <https://doi.org/10.1177/0013916510385082>
- Cueva, A., Hernández, R., Leal, B., & Mendoza, C. (2016). Enseñanza-aprendizaje de ciencia e investigación en educación básica en México. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18(3), 187-200. <http://redie.uabc.mx/redie/article/view/1116>
- Eliasson, J., Knutsson, O., Ramberg, R., & Cerratto-Pargman, T. (2016). Using smartphones and QR codes for supporting students in exploring tree species. *In Lecture Notes in Educational Technology* (pp. 65-78). https://doi.org/10.1007/978-3-319-43614-2_9
- Eleizalde, M., Parra, N., Palomino, C., Reyna, A., & Trujillo, I. (2010). Aprendizaje por descubrimiento y su eficacia en la enseñanza de la Biotecnología. *Revista de Investigación*, 71, 271-290. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376140386013>
- Ferrer-Torregrosa, J., Torralba, J., Jiménez, M., García, S., & Barcia, J. L. (2015). ARBOOK: Development and assessment of a tool based on augmented reality for anatomy. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 119-124. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9526-4>
- Hung, C. M., Hwang, G. J., & Wang, S. Y. (2014). Effects of integrated mind-mapping and problem-posing approach on students' mobile learning performance in a natural science course. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 8(3-4), 187-200. <https://doi.org/10.1504/IJML0.2014.067019>
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109-123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 317-333). Cambridge University Press.
- Lee, J. K., Lee, I. S., & Kwon, Y. J. (2011). Scan & learn! The use of quick response codes and smartphones in a biology field study. *The American Biology Teacher*, 73(8), 485-492. <https://doi.org/10.1525/abt.2011.73.8.11>

- Martínez, E. R., & Zea, E. (2004). Estrategias de enseñanza basadas en un enfoque constructivista. *Revista Ciencias de la Educación*, 2(24), 69-90.
- Ravanal, E., Camacho, J., Escobar, L., & Jara, N. (2014). ¿Qué dicen los profesores universitarios de ciencias sobre el contenido, metodología y evaluación? Análisis desde la acción educativa. *Revista Docencia Universitaria (REDU)*, 12(1), 307-335.
- Wang, Y., Wang, X., & Hu, X. (2020). The effects of digital game-based learning on primary school students' motivation, cognitive load, and learning performance in mathematics. *Educational Technology & Society*, 23(3), 155-168.

ROMPIENDO BARRERAS: MEJORANDO LA INCLUSIÓN Y EL AUTOCONCEPTO A TRAVÉS DE LA REALIDAD VIRTUAL EN EL GRADO DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

María Jesús Lirola Manzano

mariajesus.lirola@ual.es / mariajesus.lirolamanzano@unir.net

<https://orcid.org/0000-0002-5766-6458>

Universidad de Almería y Universidad Internacional de La Rioja (España)

RESUMEN

Este estudio explora la inclusión en la educación física a través de la realidad virtual (VR) y su impacto en el autoconcepto y la motivación de los estudiantes de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (CAFD). La inclusión busca que todos los estudiantes, sin importar sus capacidades, participen equitativamente en actividades físicas. La VR se presenta como una herramienta efectiva para superar barreras físicas y emocionales, ofreciendo un entorno seguro y controlado. El uso de simulaciones inmersivas permite a estudiantes con discapacidad o inseguridades experimentar éxito, lo que puede fortalecer su autoconcepto y motivación. El estudio se realizó con 50 estudiantes de primer curso de CAFD, quienes participaron en actividades físicas combinadas con simulaciones en VR. La intervención incluyó formación inicial en el uso de la tecnología, actividades prácticas y evaluaciones post-actividad, utilizando la "Perceived Inclusion Scale" para medir la percepción de inclusión y el "Physical Self-Description Questionnaire" para evaluar el autoconcepto físico. Los resultados mostraron que la VR no solo facilitó la participación inclusiva, sino que también mejoró el autoconcepto físico y la motivación de los estudiantes. Las experiencias exitosas en entornos de bajo riesgo ayudaron a los estudiantes a desarrollar confianza y a sentirse más integrados socialmente, lo que tiene implicaciones positivas para su desarrollo personal y profesional en el campo de la actividad física y el deporte.

1. INTRODUCCIÓN

La inclusión en la educación física es un aspecto crucial para preparar a futuros profesionales en el campo de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (CAFD). Este enfoque busca garantizar que todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades o limitaciones, puedan participar en actividades físicas de manera equitativa y enriquecedora (Hortigüela Alcalá & Hernando Garijo, 2018). La adopción de tecnologías emergentes, como la realidad virtual (VR), abre nuevas posibilidades para la enseñanza y el aprendizaje, facilitando experiencias inclusivas que pueden enriquecer el autoconcepto y la motivación de los estudiantes (Calle, 2024). La VR permite crear entornos de aprendizaje inmersivos donde los estudiantes pueden experimentar actividades físicas en un contexto seguro y controlado, superando limitaciones físicas y emocionales.

La literatura sugiere que la VR puede ser una herramienta efectiva para fomentar la inclusión en entornos educativos. A través de simulaciones inmersivas, los estudiantes pueden participar en actividades que de otro modo podrían ser inaccesibles debido a limitaciones físicas, miedo al fracaso o ansiedad social (Farič et al., 2021). Este tipo de tecnología ha demostrado ser particularmente beneficioso para estudiantes con discapacidad, quienes pueden enfrentarse a barreras que limitan su participación en actividades físicas convencionales (Checa-Domene et al., 2024). Además, la VR ha demostrado tener un efecto positivo en el autoconcepto, ya que proporciona a los estudiantes la oportunidad de experimentar éxito en un entorno de bajo riesgo (Nosek et al., 2016). La posibilidad de experimentar éxito y superar obstáculos en un espacio virtual puede tener un impacto significativo en la percepción que los

estudiantes tienen de sí mismos, lo cual es fundamental para su desarrollo personal y profesional.

La inclusión se define como el proceso de garantizar que todas las personas, independientemente de sus capacidades, tengan acceso a las mismas oportunidades de participación (Demchenko et al., 2021). La realidad virtual, al eliminar barreras físicas y sociales, ofrece una plataforma donde todos los estudiantes pueden interactuar y aprender juntos, favoreciendo la cohesión grupal y la diversidad en el aula (Richlan et al., 2023). La tecnología de realidad virtual puede simular situaciones que son difíciles de replicar en entornos físicos, lo que permite a los estudiantes practicar habilidades motrices y sociales en un contexto seguro, reduciendo así la ansiedad y mejorando la autoconfianza.

El autoconcepto se refiere a la percepción que una persona tiene de sí misma y su valor personal (Harter, 2012). En el contexto de la educación física, un autoconcepto positivo se asocia con una mayor participación en actividades físicas y una mejor salud mental (Emmelkamp & Meyerbröker, 2021). Los estudios han demostrado que un autoconcepto positivo no solo contribuye a una mayor participación en actividades físicas, sino que también se relaciona con la resiliencia emocional y el bienestar psicológico (Fernández-Bustos et al., 2019). La VR puede influir en el autoconcepto de los estudiantes al proporcionar experiencias exitosas que refuercen su confianza y habilidades (Fitzgerald et al., 2020). Al permitir a los estudiantes practicar habilidades en un entorno virtual donde pueden recibir retroalimentación inmediata, la VR fomenta una sensación de competencia y éxito que es esencial para el desarrollo del autoconcepto.

Este trabajo tiene como objetivos:

1. Explorar las opiniones y percepciones de los estudiantes universitarios sobre la aplicación de la VR en la educación física inclusiva.
2. Evaluar el impacto de la VR en la motivación, el autoconcepto y el compromiso de los futuros profesionales del deporte.
3. Identificar ventajas y desafíos en la implementación de la VR en el currículo universitario de CAFD.

2. MÉTODO

2.1. Participantes

La intervención se llevó a cabo de manera transversal en una asignatura de primer curso de CAFD. Participaron 50 estudiantes (37 hombres y 13 mujeres), con edades entre los 17 y 32 años ($M= 18.74$; $DT= 2.32$), quienes participaron en sesiones que combinaban actividades físicas tradicionales con simulaciones inmersivas mediante gafas de realidad virtual.

2.2. Procedimiento

La implementación del programa se desarrolló en tres fases principales, asegurando que los estudiantes tuvieran una comprensión completa tanto del uso de la tecnología de realidad virtual (VR) como de su aplicación en un contexto inclusivo de la educación física.

1. Sesiones de formación inicial:

En esta fase, los estudiantes participaron en talleres introductorios diseñados para familiarizarlos con los dispositivos de VR, como las gafas y los controles. Durante estas sesiones, se brindó información teórica sobre la importancia de la inclusión en la educación física y

se discutió cómo la VR puede eliminar barreras físicas y emocionales que a menudo enfrentan estudiantes con discapacidades o inseguridades relacionadas con la actividad física. Los temas abordados incluyeron la accesibilidad, la cohesión grupal y el papel de la tecnología en la creación de entornos de aprendizaje equitativos. Se proporcionó formación técnica para garantizar que los estudiantes se sintieran cómodos utilizando la VR.

2. Actividades prácticas con VR:

Posteriormente, los estudiantes participaron en sesiones prácticas donde se combinaron actividades físicas tradicionales con simulaciones inmersivas mediante la VR. Las simulaciones incluyeron actividades como deportes adaptados (p. ej., baloncesto y fútbol en VR) y ejercicios de habilidades motrices básicas. Cada sesión estaba diseñada para fomentar la inclusión, permitiendo que todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades físicas, participaran en igualdad de condiciones. Estas actividades permitieron a los estudiantes explorar escenarios deportivos en entornos virtuales controlados, minimizando el riesgo de lesiones y facilitando una mayor participación y experimentación.

3. Evaluación y reflexión:

Después de las actividades, se realizaron discusiones en grupo y reflexiones individuales, donde los estudiantes compartieron sus experiencias utilizando la VR. En esta etapa, se les pidió que completaran cuestionarios estandarizados, como la Perceived Inclusion Scale (PIS) para evaluar su percepción de inclusión, y la

Physical Self-Description Questionnaire (PSDQ) para evaluar su autoconcepto físico. Además, se les pidió que reflexionaran sobre cómo la tecnología afectaba su nivel de motivación y participación en las actividades. Se informó a los participantes que su participación era anónima y voluntaria, y que podrían retirarse en cualquier momento del estudio sin consecuencias.

4. Seguimiento y ajustes:

A lo largo de todo el programa, se recopilaron comentarios continuos para realizar ajustes en tiempo real en la implementación de la VR, asegurando que la tecnología funcionara sin problemas y que todos los estudiantes tuvieran acceso adecuado a los dispositivos. Se monitorizó el desempeño técnico de la VR y se ofreció soporte técnico cuando era necesario, para garantizar que los desafíos tecnológicos no obstaculizaran la experiencia educativa inclusiva.

Este enfoque integrador no solo garantizó que los estudiantes adquirieran competencias tecnológicas, sino que también comprendieran la importancia de la inclusión en la práctica profesional futura en el campo de la actividad física y el deporte.

2.3. Instrumentos

La recopilación de datos se realizó mediante la recogida de opiniones a través de cuestionarios cualitativos y cuantitativos que evaluaban la percepción de inclusión, el autoconcepto, la motivación y la utilidad de la VR como herramienta educativa. En concreto, se emplearon los siguientes instrumentos psicométricos:

-Para evaluar la percepción de inclusión se usó la "Perceived Inclusion Scale" (Escala de Percepción de Inclusión), desarrollada por Jansen et al. (2014). Esta escala fue diseñada para medir cómo las personas perciben su nivel de inclusión en un entorno, considerando factores como la pertenencia y la autenticidad. Los dos factores de la Perceived Inclusion Scale son:

1. Pertenencia: Evalúa el grado en que una persona se siente parte de un grupo o entorno, si es aceptada y valorada; y,

2. Autenticidad: Mide si una persona siente que puede ser genuina y actuar conforme a su verdadero yo dentro de ese grupo o entorno. Ejemplo de ítems: "Me siento aceptado por el grupo." "Siento que puedo ser yo mismo/a en este grupo." "Mis habilidades son valoradas por los demás." La escala utiliza un formato de respuesta Likert (generalmente de 5 o 7 puntos), donde los participantes indican su nivel de acuerdo con afirmaciones relacionadas con la inclusión. Esta escala ha sido validada y es utilizada en varios contextos, incluidos entornos laborales, educativos y deportivos, para evaluar la percepción de inclusión desde una perspectiva multidimensional.

- Para evaluar el autoconcepto se empleó la Physical Self-Description Questionnaire (PSDQ), desarrollada por Marsh et al. (1994). Esta es una escala ampliamente utilizada para evaluar el autoconcepto físico. Este cuestionario está diseñado para medir las percepciones individuales sobre sus habilidades físicas y la imagen corporal, lo que la hace ideal para contextos relacionados con la actividad física y el deporte, como en la Educación Física y Ciencias del Deporte. La PSDQ cuenta con 11 subescalas que cubren varios aspectos del autoconcepto físico:

1. Salud física (Physical Health)
2. Apariencia física (Appearance)
3. Fuerza (Strength)
4. Flexibilidad (Flexibility)
5. Resistencia (Endurance)
6. Deporte (Sport competence)
7. Actividad física (Physical activity)
8. Coordinación (Coordination)
9. Autoestima global (Global self-esteem)
10. Grasa corporal percibida (Body fat)
11. Atributos generales físicos (Physical self-esteem)

Consta de 70 ítems distribuidos en las subescalas mencionadas, con una escala Likert de 6 puntos, donde las respuestas varían entre "Falso" (1) y "Verdadero" (6), lo que permite evaluar la intensidad de la autopercepción con relación a la dimensión física. Se utiliza tanto en adolescentes como en adultos en contextos educativos, deportivos y de investigación psicológica. Aunque fue desarrollada principalmente para evaluar el autoconcepto físico en el contexto educativo, ha sido aplicada con éxito en estudios sobre salud mental, bienestar, y deportes. La PSDQ ha demostrado tener alta fiabilidad y validez. Los coeficientes alfa de Cronbach para las subescalas suelen ser superiores a 0.80, lo que indica una consistencia interna adecuada.

Ha sido validada en distintos países y contextos culturales, lo que la convierte en una herramienta robusta para medir el autoconcepto físico en diversas poblaciones. La PSDQ no solo mide aspectos físicos, sino también el impacto que estos tienen en el autoconcepto global y la autoestima, proporcionando una visión holística del bienestar del individuo. Es ideal para evaluar el impacto de intervenciones relacionadas con la actividad física, como programas educativos y deportivos, ya que puede mostrar cambios en las percepciones físicas antes y después de la intervención.

3. RESULTADOS

Los resultados de los descriptivos obtenidos tras la implementación de la Perceived Inclusion Scale (PIS) y la Physical Self-Description Questionnaire (PSDQ) en una muestra de 50 estudiantes, se muestran en la Tabla 1. Se analizó la percepción de inclusión en el entorno educativo y el autoconcepto físico de los participantes, con el fin de evaluar la aceptación social, la integración, y diferentes aspectos relacionados con la autoimagen y las capacidades físicas. Los resultados reflejan las medias, desviaciones estándar, así como los valores mínimos y máximos obtenidos en cada dimensión evaluada.

Tabla 1

Estadísticos descriptivos de la Perceived Inclusion Scale (PIS) y la Physical Self-Description Questionnaire (PSDQ)

Dimensión	\bar{X}	E	Mínimo	Máximo
Perceived Inclusion Scale (PIS)				
Aceptación social	4.32	0.65	3.00	5.00
Valoración por el grupo	4.10	0.78	2.50	5.00

Dimensión	<i>M</i>	<i>DE</i>	Mínimo	Máximo
Integración dentro de la clase	4.20	0.72	3.00	5.00
Acceso a actividades	4.15	0.68	2.80	5.00
Physical Self-Description Questionnaire (PSDQ)				
Salud física	4.45	0.81	2.50	6.00
Apariencia física	3.92	0.88	2.00	6.00
Fuerza	4.20	0.75	3.00	6.00
Flexibilidad	3.85	0.89	2.00	5.80
Resistencia	4.05	0.91	2.50	5.80
Competencia deportiva	4.30	0.85	2.80	6.00
Actividad física	4.55	0.90	3.00	6.00
Coordinación	4.18	0.77	3.00	5.80
Autoestima global	4.60	0.80	3.20	6.00
Grasa corporal percibida	3.55	0.95	2.00	5.50
Atributos generales físicos	4.35	0.79	2.80	6.00

Nota. *M* = Media; *DE* = Desviación estándar. *N* = 50. Los puntajes se obtuvieron en una escala Likert de 1 a 6, donde 1 indica bajo nivel de percepción y 6 indica alto nivel.

En cuanto al análisis cualitativo del discurso de las entrevistas realizadas los resultados preliminares indican que los estudiantes mostraron una alta valoración de la VR como herramienta inclusiva y motivadora. Un 85% de los encuestados reportó una mejora en su autoconcepto, afirmando que se sintieron más seguros y competentes al participar en actividades físicas mediante la realidad virtual. La mayoría coincidió en que la VR no solo permite superar barreras físicas, sino que también contribuye a un aprendizaje más dinámico y atractivo. Sin embargo, algunos participantes

señalaron la necesidad de optimizar los aspectos técnicos y de accesibilidad para garantizar una implementación efectiva.

Los estudiantes expresaron opiniones diversas sobre la integración de la VR en la educación física. Algunos comentarios destacados incluyen:

"La realidad virtual hace que las actividades sean más emocionantes y menos intimidantes."

"Me siento más capaz de intentar cosas nuevas cuando estoy en un entorno de VR."

"A veces, los dispositivos no son fáciles de usar, y eso puede frustrar la experiencia."

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta intervención resaltan el potencial de la realidad virtual (VR) como una herramienta innovadora y eficaz en la promoción de la inclusión dentro del ámbito de la educación física. El hecho de que el 85% de los estudiantes reportara una mejora en su autoconcepto refuerza los hallazgos de estudios previos que sugieren que la VR ofrece un entorno seguro y controlado, lo que facilita la participación y disminuye la ansiedad relacionada con el fracaso o las limitaciones físicas (Farič et al., 2021; Nosek, et al. 2016). La VR no solo permite a los estudiantes enfrentarse a desafíos físicos en un entorno de bajo riesgo, sino que también proporciona una oportunidad para que estos desarrollen un sentido de competencia y autoconfianza, factores clave para un autoconcepto positivo (Fitzgerald et al., 2020).

Uno de los aspectos más relevantes que emergió en la discusión fue la capacidad de la VR para superar las barreras físicas que muchos estudiantes enfrentan en actividades físicas convencionales. Este hallazgo es congruente con estudios que destacan el uso de la VR como un medio para permitir la participación de estudiantes con discapacidades físicas en actividades de las que normalmente estarían excluidos (Checa-Domene et al., 2024). La posibilidad de simular entornos y actividades que pueden resultar difíciles o imposibles en el mundo real amplía significativamente las oportunidades de aprendizaje inclusivo, creando una plataforma más equitativa para todos los participantes. Sin embargo, la discusión también apunta a la importancia de optimizar los aspectos técnicos de la implementación de la VR. Aunque la mayoría de los estudiantes reportaron una experiencia positiva, algunos mencionaron dificultades técnicas que interfirieron con su participación, lo cual es consistente con la literatura que advierte sobre las limitaciones prácticas de las tecnologías emergentes en la educación (Jastrow et al., 2022). La integración efectiva de la VR en el currículo universitario requiere superar obstáculos como la accesibilidad, la disponibilidad de recursos y la capacitación de los instructores, aspectos que deben ser abordados en futuras investigaciones.

Otro aspecto relevante es el impacto de la VR en la cohesión grupal y la motivación, factores esenciales en la educación física. La literatura sugiere que la motivación es un componente crítico para la participación en actividades físicas (Calle, 2024), y los comentarios de los estudiantes reflejan que la naturaleza inmersiva y emocionante de la VR puede mejorar el compromiso con las actividades, disminuyendo el miedo al fracaso y

facilitando un aprendizaje más dinámico y atractivo. Estos hallazgos coinciden con estudios que indican que las tecnologías inmersivas pueden reducir la ansiedad social y mejorar el autoconcepto de los estudiantes, lo que, a su vez, promueve una mayor participación y una actitud más positiva hacia el ejercicio físico (Fernández-Bustos et al., 2019).

En conclusión, los hallazgos de esta intervención sugieren que la realidad virtual puede desempeñar un papel clave en la promoción de la inclusión y el fortalecimiento del autoconcepto en la educación física universitaria. La VR no solo ofrece una plataforma para que los estudiantes superen barreras físicas y emocionales, sino que también crea un entorno de aprendizaje más motivador y accesible. Sin embargo, es esencial continuar optimizando los aspectos técnicos y asegurar que la tecnología esté disponible para todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades o recursos.

El uso de la VR en el currículo de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (CAFD) representa una oportunidad valiosa para formar a futuros profesionales en la creación de entornos de aprendizaje inclusivos y diversos. A medida que las tecnologías inmersivas continúan evolucionando, es probable que su papel en la educación física se expanda, proporcionando a los estudiantes herramientas innovadoras para mejorar tanto su rendimiento académico como su desarrollo personal y profesional. Además, futuros estudios podrían centrarse en la evaluación longitudinal del impacto de la VR en el desarrollo del autoconcepto y la motivación de los estudiantes, así como en la exploración de su efectividad en otros niveles educativos o contextos profesionales.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calle, J. Q. (2024). Estrategias educativas para la motivación académica de los estudiantes universitarios. Una revisión sistemática. *Perspectivas Metodológicas*, (24). <https://doi.org/10.18294/pm.2024.4812>
- Checa-Domene, L., Garcia-Martinez, I., Gavin-Chocano, O., & Prieto, M. G. V. (2024). Augmented and virtual reality as a teaching resource to attend to the diversity of students with special educational needs: a systematic review. *European Journal of Special Needs Education*, 39(5), 709-728. <https://doi.org/10.1080/08856257.2023.2282247>
- Demchenko, I., Maksymchuk, B., Bilan, V., Maksymchuk, I., & Kalynovska, I. (2021). Training future physical education teachers for professional activities under the conditions of inclusive education. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 12(3), 191-213. <https://doi.org/10.18662/brain/12.3/227>
- Emmelkamp, P. M., & Meyerbröker, K. (2021). Virtual reality therapy in mental health. *Annual review of clinical psychology*, 17(1), 495-519. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-081219-115923>
- Farič, N., Smith, L., Hon, A., Potts, H. W., Newby, K., Steptoe, A., & Fisher, A. (2021). A virtual reality exergame to engage adolescents in physical activity: mixed methods study describing the formative intervention development process. *Journal of medical Internet research*, 23(2), e18161. <https://doi.org/10.2196/18161>
- Fernández-Bustos, J. G., Infantes-Paniagua, Á., Cuevas, R., & Contreras, O. R. (2019). Effect of physical activity on self-concept: Theoretical model on the mediation of body image and physical self-concept in adolescents. *Frontiers in psychology*, 10, 1537. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01537>
- Fitzgerald, A. (2020). Professional identity: A concept analysis. *Nursing fórum*, 55(3), 447-472. <https://doi.org/10.1111/nuf.12450>
- Harter, S. (2012). *Self-perception profile for adolescents: Manual and questionnaires*. University of Denver.
- Hortigüela Alcalá, D., & Hernando Garijo, A. (2018). El trabajo coeducativo y la igualdad de género desde la formación inicial en educación física. *Contextos educativos: Revista de educación*.

<https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/218337/Hortig%C3%BCela.pdf?sequence=1>

- Jansen, W. S., Otten, S., Van der Zee, K. I., & Jans, L. (2014). Inclusion: Conceptualization and measurement. *European journal of social psychology*, 44(4), 370-385. <https://doi.org/10.1002/ejsp.2011>
- Jastrow, F., Greve, S., Thumel, M., Diekhoff, H., & Süßenbach, J. (2022). Digital technology in physical education: a systematic review of research from 2009 to 2020. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 52(4), 504-528. <https://doi.org/10.1007/s12662-022-00848-5>
- Marsh, H. W., Richards, G. E., Johnson, S., Roche, L., & Tremayne, P. (1994). Physical Self-Description Questionnaire: Psychometric properties and a multitrait-multimethod analysis of relations to existing instruments. *Journal of Sport and Exercise psychology*, 16(3), 270-305. <https://doi.org/10.1123/jsep.16.3.270>
- Nosek, M. A., Robinson-Whelen, S., Hughes, R. B., & Nosek, T. M. (2016). An Internet-based virtual reality intervention for enhancing self-esteem in women with disabilities: Results of a feasibility study. *Rehabilitation Psychology*, 61(4), 358. <https://doi.org/10.1037/rep0000107>
- Richlan, F., Weiß, M., Kastner, P., & Braid, J. (2023). Virtual training, real effects: A narrative review on sports performance enhancement through interventions in virtual reality. *Frontiers in Psychology*, 14, 1240790. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1240790>

INNOVACIÓN EDUCATIVA CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL: FORMACIÓN DE DOCENTES PARA UN APRENDIZAJE CON TECNOLOGÍAS EMERGENTES

Raquel Barragán Sánchez

rbarragan@us.es <https://orcid.org/0000-0001-6336-2728>

Ángela Lineros Pérez

anglinper1@alum.us.es

Universidad de Sevilla (España)

RESUMEN

La innovación educativa que se presenta se ha llevado a cabo en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. se ha implementado una estrategia formativa para futuros docentes de educación primaria, centrada en la integración de la inteligencia artificial (IA) como herramienta de aprendizaje. Esta propuesta tiene como objetivo no solo familiarizar a los estudiantes con la IA, sino también capacitarlos para diseñar actividades pedagógicas que empleen esta tecnología de manera efectiva en el aula. La innovación se estructura en dos fases principales. En primer lugar, se enfatiza la importancia de la definición y creación de prompts, donde los estudiantes adquieren las habilidades necesarias para elaborar *prompts* adecuados. En la segunda fase, los futuros docentes diseñan actividades aplicadas, contextualizadas en el currículo de educación primaria. Estas actividades integran conocimientos y habilidades vinculados al uso de la IA como instrumento para aprender, promoviendo competencias como el pensamiento crítico, la creatividad y el trabajo colaborativo. La metodología activa es un eje central de esta experiencia, involucrando a los estudiantes en el diseño, implementación y análisis de las situaciones de aprendizaje. Así, se busca preparar a los docentes para un contexto educativo en constante evolución, donde la IA desempeña un papel cada vez más relevante en la construcción de conocimiento.

Palabras clave: Innovación educativa, Inteligencia Artificial Educativa, Formación docente.

1. INTRODUCCIÓN

En la era digital, la inteligencia artificial (IA) está transformando todos los aspectos de nuestra vida, y la educación no es la excepción. La innovación educativa con IA ofrece oportunidades para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, permitiendo una mayor personalización y eficiencia. Este capítulo se centra en la formación de docentes para que puedan integrar eficazmente las tecnologías emergentes en sus prácticas pedagógicas. Exploraremos cómo la IA puede apoyar a los educadores en la creación de experiencias de aprendizaje más dinámicas, inclusivas y adaptativas, y discutiremos las competencias necesarias para que los docentes se conviertan en agentes de cambio en este nuevo paradigma educativo.

1.1. La inteligencia artificial en la formación de docentes

La Inteligencia Artificial es una tecnología innovadora que se encarga de adaptar el aprendizaje a las necesidades individuales, capacitar a los jóvenes para un mercado laboral en constante cambio y replicar la habilidad cognitiva humana de enfrentar problemas, adaptarse a situaciones nuevas y progresar con la experiencia (Goenechea & Valero-Franco, 2024).

En este contexto, la Inteligencia Artificial se presenta como un impulsor de transformación en la educación, permitiendo personalizar y enriquecer la experiencia de aprendizaje (Aler et al. 2023). Además, de redefinir los procesos con los que los estudiantes acceden y emplean el contenido,

también facilita un enfoque más interactivo y personalizado en función de sus necesidades (Gómez, 2023; Ruaro & Reis, 2020).

Por ello, es importante indicar que las instituciones internacionales han destacado en los últimos años la importancia de la alfabetización de la tecnología en las aulas. El cuarto objetivo de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (2015) de la ONU está centrado en la igualdad y en la inclusión. Este indica la necesidad de fomentar el uso de la tecnología, los recursos educativos abiertos y la enseñanza a distancia para mejorar la calidad del personal docente. Existen tendencias para apoyar tal desarrollo, que se confirman en el Consenso de Beijing (2019) sobre Inteligencia Artificial (IA) y Educación que sostiene que la integración de la IA en el sistema educativo es esencial para la aceleración del desarrollo de un sistema inclusivo y accesible para todos.

En lo que respecta al campo de la educación, la Inteligencia Artificial ya comienza a actuar como un agente transformador, introduciendo herramientas innovadoras en diversas facetas. Estas incluyen el aprendizaje personalizado, que implica la posibilidad de adaptar los contenidos y métodos a las necesidades individuales de cada estudiante; la tutoría en línea y en vivo; la automatización de procesos administrativos; el análisis de datos para encontrar patrones de rendimiento y áreas de desarrollo; la generación de materiales educativos interactivos y atractivos (Goenechea & Valero-Franco, 2024).

Además de estas aplicaciones, la inteligencia artificial está haciendo su camino hacia los currículos oficiales en las etapas de educación formal (Ayuso-del Puerto & Gutiérrez-Esteban, 2022). De manera coherente, se

están implementando programas de capacitación para profesores, cuyo objetivo es proporcionar herramientas que les permitan abordar los desafíos y aprovechar las oportunidades de la IA en la educación (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado [INTEF], 2024).

Esta formación debe ser completa y debe abarcar varios componentes clave. En primer lugar, los educadores deben entender los conceptos básicos de cómo funciona, qué posibilidades y limitaciones presenta. Además, deben desarrollar ciertas habilidades para enfrentar estos desafíos de su uso, así como cuestiones éticas, la privacidad de los datos y las oportunidades equitativas de acceso a la tecnología. Es fundamental, por último, que los docentes se preparen para incorporar la implementación práctica de la IA en sus aulas, incluidas sus habilidades para acceso y uso de estas herramientas en su forma de enseñar (Goenechea & Valero-Franco, 2024). Por ello, se implementará el desarrollo de programas de capacitación y actualización que les ayuden. Estos incluyen talleres presenciales, cursos en línea, seminarios de especialización y materiales didácticos de autoaprendizaje.

Cabe recalcar que la formación inicial de los programas no está alineada con el ritmo de desarrollo tecnológico y las demandas de un mundo digitalizado (Goenechea & Valero-Franco, 2024). No se ha incorporado un enfoque estructural sistemático en la enseñanza de estos temas en cada programa de formación de profesores por parte de las universidades y centros de formación. Esto crea una brecha significativa en la preparación futura de los educadores y en la formación de los estudiantes.

Sin embargo, ha llegado el momento de reconstruir la estructura de la formación inicial de los maestros. Para ello, los docentes deben recibir una formación continua y actualizada en tecnología para que los programas de IA sean efectivos y los estudiantes obtengan las competencias necesarias (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado [INTEF], 2024).

En relación con la formación de los futuros docentes, es decir, de los estudiantes universitarios de Educación, los métodos actuales de formación son limitados y emergentes ya que los planes de estudio de este grado en España no incluyen asignaturas relacionadas con la IA. Esto limita la exposición de los futuros docentes sobre los conceptos clave de la Inteligencia Artificial. Se ha afirmado que, en la práctica, en general, “la formación docente no está en sintonía con lo que está sucediendo en el mundo real” (Sancho-Gil et al., 2017, p. 2)

Aun así, se han llevado a cabo recientemente experiencias piloto en las que se introduce la IA como herramienta educativa en la formación docente inicial. Estas iniciativas han obtenido buenos resultados, con un alto porcentaje de estudiantes que consideran útil el uso de IA para el aprendizaje. Estas suelen centrarse en el uso de aplicaciones específicas como sistemas adaptativos o herramientas basadas en IA (Goenechea & Valero-Franco, 2024).

1.2. Herramientas y tecnologías de IA en la educación

El uso de las tecnologías digitales en el ámbito educativo ha sido estudiado a lo largo de los años. Derry y Lajoie (1993), Salomon et al. (1991) y

Jonassen (1996), distinguieron dos formas de integración de la tecnología en educación: aprender de la tecnología y aprender con la tecnología. El primer enfoque hace referencia a la tecnología como docente, es decir, proporciona información (input) y la retroalimentación, replicando el modelo educativo tradicional, donde existe una baja participación por parte de los estudiantes. Por otro lado, el segundo enfoque se centra en el estudiante y emplea la tecnología como una herramienta práctica ya que ha sido creada para realizar actividades y resolver problemas con su apoyo, en lugar de actuar como un tutor digital (Fuertes-Alpiste, 2024).

Actualmente, diversas instituciones educativas han comenzado a emplear Inteligencia Artificial en términos de chatbots y tutores virtuales. Estos permiten ofrecer un apoyo personalizado y eficiente que se adapta y personaliza para cumplir con las necesidades únicas de cada estudiante (Wang et al., 2018; Yang, 2018; Kaklauskas, 2015). Uno de ellos es ChatGPT, el cual tiene la capacidad de ofrecer una retroalimentación personalizada a los estudiantes, ejerciendo el rol de tutor en contextos académicos. Según diversos estudios, más del 60% de los estudiantes recurren a ChatGPT para realizar trabajos académicos (Acevedo, 2023; Martínez-Comesaña, 2023; Vera, 2023)

En primer lugar, los chatbots y tutores virtuales aseguran la comunicación regular con los estudiantes que reciben respuestas inmediatas a sus preguntas frecuentes y cualquier apoyo. Además, les ofrece a los educadores la capacidad de controlar y evaluar el progreso de cada estudiante continuamente (Ayuso-del Puerto y Gutiérrez-Esteban, 2022).

Estas tecnologías tienen el potencial de proporcionar experiencias educativas más dinámicas y atractivas. A través de la observación de patrones en su desempeño y comportamiento, los sistemas pueden personalizar los contenidos y recomendaciones de aprendizaje, perfeccionando así el proceso de educación. De esta manera, se garantiza que cada alumno aprenda a su propio ritmo, logrando así que alcance todo su potencial (Moreno Padilla, 2019).

Otra área significativa de la Inteligencia Artificial que está encontrando diversas aplicaciones en el ámbito educativo es el Machine Learning (aprendizaje automático). Este tipo de tecnología implica la creación de modelos matemáticos basados en datos previamente reunidos. Utilizando estos modelos, los sistemas pueden predecir o tomar decisiones sin control directo del operador (Zhang, 2020; Naqa y Murphy, 2015).

Una de las características distintivas del Machine Learning es la práctica de mejorar y aprender activamente en función de los datos nuevos que se procesan en el sistema. Según Sekeroglu et al. (2019), Machine Learning ha demostrado ser beneficiosa en una amplia gama de aplicaciones educativas. Por ejemplo, la tecnología se puede usar para predecir el rendimiento académico. Para hacerlo, se analizan los datos del estudiante que pueden incluir calificaciones, participación en clase y cumplimiento de tareas. Estas predicciones permiten a los docentes identificar de forma temprana a estudiantes que podrían necesitar apoyo adicional, fomentando una intervención proactiva y temprana.

Además, facilita la creación de lecciones mejor adaptadas. A través de los datos de rendimiento y aprendizaje, los sistemas pueden alterar

automáticamente los contenidos y las tareas para cumplir con las demandas individuales de los alumnos. Sánchez-Vila y Lama (2007) destacan que la tecnología permite ajustar los modelos de enseñanza sobre la base del progreso en tiempo real de cada alumno individual, aportando, por ejemplo, recursos adicionales.

Otra ventaja esencial en la educación es su capacidad para actualizar automáticamente los contenidos y las tareas educativas. De esta manera, la explicación de esta información garantiza que el material de aprendizaje sea relevante y siga el ritmo de los que se espera en relación con los avances en conocimiento y habilidades en el mundo actual (Ayuso-del Puerto y Gutiérrez-Esteban, 2022).

1.3. El Uso de Prompts en la Interacción con la IA

Un prompt es una instrucción, estímulo o entrada que das a un sistema de Inteligencia Artificial (como un chatbot) con el objetivo de que realice cierta función o genera una respuesta basada en tu solicitud. En términos sencillos, consiste en permitir que la IA sepa lo que necesitas de manera clara y precisa, es similar a preguntar por información, ayuda o cualquier cosa a una persona experta en línea (Gamboa Cruzado y otros, 2024).

En términos generales, un buen prompt es preciso y manifiesta la intención deseada como generador de texto. E incluso puede formar parte de una pregunta directa, una solicitud detallada de información o una simple indicación de cómo quieres interactuar con el sistema.

A pesar de que los elementos de un prompt pueden variar según la tarea y el contexto, muchos están presentes en la mayoría de los casos, lo que

ayuda a que la IA proporcione respuestas útiles. Estos componentes suelen incluir (Gamboa Cruzado y otros, 2024):

- Instrucción: es el corazón del prompt y se refiere a una tarea o instrucción específica que deseas que realice el modelo. Una instrucción debe ser clara, concisa y detallada.
- Contexto: información adicional o externa que proporciona al modelo un marco de referencia para interpretar correctamente la instrucción. Puede incluir antecedentes, como escenarios o detalles que orienten la respuesta hacia tus necesidades.
- Datos de entrada: suelen ser la entrada principal o pregunta que deseas que responda la IA. Es lo que realmente necesitas; por lo tanto, deben tener garantizada la especificidad y la comprensión.
- Indicador de salida: establece el formato o el tipo de respuesta que se espera recibir del modelo. Es particularmente útil cuando necesitas un resultado en un formato específico.

La creación y optimización de prompts es una tarea crucial que garantiza la interacción efectiva con sistemas de Inteligencia Artificial. A continuación, algunas herramientas y estrategias que respaldan la perfección del prompt y permiten producir respuestas de la más alta calidad (Rubio F, 2023):

- Pruebas Interativas y ajustes progresivos. Implica probar muchas versiones del mismo prompt y analizar cómo la IA reacciona a cada post. De esta manera, la eficacia de las diferentes formulaciones puede compararse y el prompt puede ajustarse en consecuencia.

- **Análisis basado en datos:** si recopila datos sobre cómo interactúan los usuarios con los prompts, puede analizarlos. Los análisis de datos pueden ayudarlo a descubrir patrones, identificar áreas para la mejora y predecir las necesidades de los usuarios.
- **Capacitación y mejora continua del modelo:** Si está trabajando con alguna I.A. con entrenamiento continuo, también puede incorporar estos datos para mejorar el modelo. Esto no solo mejora el sistema en sí, sino que también lo ayuda a crear prompts más específicos y precisos.

Por otro lado, y desde su función más básica, trazando un paralelo con el funcionamiento de los sistemas de inteligencia artificial, los prompts son específicamente instrucciones diseñadas para guiar el comportamiento basado en las observaciones previas del sujeto. Dicha definición tiene aplicaciones sumamente fundamentales en el ámbito educativo a partir del diseño y desarrollo de situaciones de aprendizaje. Más específicamente, al permitir una estructuración clara y adaptable de las actividades educativas, los prompts optimizan la labor tanto de los docentes como del aprendizaje de los estudiantes. Esta guía puede ser interpretada de la siguiente manera en una situación de aprendizaje (Rubio F, 2023).

Los prompts que buscan guiar el comportamiento de sistemas de inteligencia artificial son herramientas educativas fundamentales que deben ser aplicadas en el desarrollo de situaciones de aprendizaje. Utilizándolos, los docentes pueden estructurar actividades vinculadas a la disciplina de manera clara y adaptable, optimizando tanto el aprendizaje de

los estudiantes como su labor (Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas no Propietarios [CeDeC], sf).

En primer lugar, como una situación de aprendizaje, podemos personalizar los prompts como actividades orientadas. Por ejemplo, al desarrollar actividades relacionadas con los temas abordados en las lecturas, estos pueden ser creados de manera que se apeguen al nivel de comprensión de los estudiantes y a sus necesidades. Así, es posible promover un proceso de aprendizaje inclusivo y motivado bajo los lineamientos del Diseño Universal para el Aprendizaje (Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas no Propietarios [CeDeC], sf)

Por otro lado, se pueden encargar también de la estructuración del proceso de enseñanza. Los prompts permiten estructurar cada fase de la situación de aprendizaje partiendo de actividades iniciales hasta actividades de aplicación, siguiendo una lógica. Incluso pueden realizar actividades de evaluación, así como crear rúbricas y herramientas de evaluación. Esto reduce el tiempo de creación y promueve la autoevaluación y el aprendizaje continuo.

Por último, la Inteligencia Artificial puede encargarse del diseño de materiales didácticos, es decir, podemos pedirle que genere materiales educativos personalizados, como, por ejemplo, cuestionarios interactivos, guías de estudio o ejercicios adaptados al contenido del tema (Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas no Propietarios [CeDeC], sf).

2. MÉTODO

2.1. Contexto

El estudio se lleva a cabo en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. La población objeto de estudio está constituida por el alumnado que cursa la asignatura Tecnologías de la Información y la Comunicación, impartida como parte del plan de estudios del primer curso del Grado en Educación Primaria. Este grado tiene como finalidad formar futuros docentes capacitados en las diversas competencias necesarias para la enseñanza en el ámbito de la educación primaria.

La selección de esta asignatura obedece a su relevancia en la formación tecnológica de los estudiantes, dado que integra contenidos fundamentales relacionados con el uso pedagógico de las tecnologías digitales en contextos educativos. Durante el curso académico 2023/2024, se contó con la participación de un total de 65 estudiantes, quienes se implicaron activamente en las distintas fases del estudio. Esta muestra fue seleccionada por conveniencia, atendiendo a su accesibilidad y representatividad dentro del marco de la asignatura y el contexto institucional.

2.2. Metodología

La experiencia didáctica implementada se fundamenta en una metodología cooperativa, adaptada para integrar el uso de herramientas de inteligencia artificial (IA) en la formación docente. En este enfoque, el alumnado trabaja en pequeños grupos colaborativos para desarrollar un proyecto práctico centrado en el diseño de situaciones de destinados a fomentar el uso de la

IA en Educación Primaria. En esta ocasión, la innovación radica en la utilización de aplicaciones basadas en IA, como asistentes virtuales y herramientas generativas, que apoyan tanto el proceso creativo como la planificación pedagógica.

El objetivo principal de la práctica es capacitar al alumnado en el diseño de situaciones de aprendizaje que no solo sean motivadoras y accesibles, sino que también promuevan el aprendizaje con IA haciendo un uso adecuado y ético de estas herramientas a través del aprendizaje cooperativo y vinculado directamente al currículum oficial. La propuesta se alinea con las competencias y saberes básicos establecidos para la etapa de Educación Primaria, conforme al Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, que regula la ordenación y enseñanzas mínimas para esta etapa educativa (BOE, núm. 52, de 02/03/2022).

Finalmente, la experiencia fomenta en los futuros docentes una comprensión más profunda del potencial de la IA como recurso educativo, destacando su valor para la creación de materiales innovadores, la resolución de problemas complejos y la mejora del aprendizaje cooperativo en el aula.

2.3. Estructura de la experiencia y procedimientos

Como se ha indicado anteriormente, para la experiencia que se presenta se ha implementado una innovadora estrategia formativa para futuros docentes de educación primaria, centrada en la integración de la inteligencia artificial (IA) como herramienta de aprendizaje. Esta propuesta tiene como objetivo no solo familiarizar a los estudiantes con la IA, sino

también capacitarlos para diseñar actividades pedagógicas que empleen esta tecnología de manera efectiva en el aula.

La innovación se estructura en tres fases principales. En primer lugar, se conocen distintas herramientas que utilizan la IA y se practica su uso, posteriormente se enfatiza la importancia de la definición y creación de prompts, entendidos como las instrucciones precisas que permiten interactuar con sistemas de IA generativa. A través de talleres prácticos, los estudiantes aprenden a desarrollar prompts que optimicen el potencial de estas herramientas en contextos educativos. En la tercera fase, los futuros docentes diseñan actividades aplicadas, contextualizadas en el currículo de educación primaria. Estas actividades integran conocimientos y habilidades vinculados al uso de la IA como instrumento para aprender, promoviendo competencias como el pensamiento crítico, la creatividad y el trabajo colaborativo.

La metodología activa es un eje central de esta experiencia, involucrando a los estudiantes en el diseño, implementación y análisis de las situaciones de aprendizaje. Así, se busca preparar a los docentes para un contexto educativo en constante evolución, donde la IA desempeña un papel cada vez más relevante en la construcción de conocimiento.

2. RESULTADOS

Al finalizar la experiencia, se evaluó el portafolio presentado por el alumnado como evidencia del trabajo realizado. Los resultados indicaron que todos los estudiantes alcanzaron niveles competenciales muy significativos en las áreas evaluadas, destacando especialmente en el

diseño de situaciones de aprendizaje innovadoras y en la aplicación ética y adecuada de herramientas de inteligencia artificial (IA). Para esta evaluación se utilizó una rúbrica diseñada específicamente para medir competencias clave, tales como la creatividad, la integración de tecnologías en el currículum, el trabajo cooperativo y la alineación con los objetivos educativos establecidos en el Real Decreto 157/2022.

La rúbrica empleada calificaba cada criterio en una escala de 1 a 5, donde 1 correspondía a "insuficiente" y 5 a "excelente". Los resultados promedio se presentan en la tabla 1:

Tabla 1

Resultados promedio obtenidos en el portafolio de aprendizaje

Variable	Promedio
Creatividad y diseño innovador	4.8
Integración de la IA en las actividades educativas	4.6
Relevancia y alineación con el currículum oficial	4.7
Trabajo en equipo y colaboración	4.9
Reflexión crítica y ética en el uso de la IA	4.5

Estos datos reflejan un desempeño sobresaliente por parte del alumnado en los objetivos de la experiencia formativa. Además del análisis del portafolio, se evaluó el desarrollo metodológico mediante una encuesta de opinión aplicada al final de la actividad. Los resultados de esta encuesta, revelaron un alto nivel de satisfacción entre los participantes. Más del 90% del alumnado valoró positivamente la experiencia, destacando aspectos como el carácter práctico y cooperativo de las actividades, así como la relevancia del uso de la IA como herramienta educativa.

Entre los comentarios cualitativos de la encuesta, el alumnado subrayó la utilidad de la experiencia para su futura práctica docente y la importancia de adquirir competencias en tecnologías emergentes como la IA. Estas evidencias refuerzan el impacto positivo de la metodología implementada y su potencial para ser replicada en otros contextos educativos.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La implementación de la estrategia formativa en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla ha demostrado ser un paso ineludible hacia la necesidad de actualizar los planes formativos de los docentes tal y como indican Goenechea & Valero-Franco, (2024). Al integrar la inteligencia artificial como herramienta de aprendizaje, se ha logrado no solo familiarizar a los futuros docentes con esta tecnología, sino también capacitarlos para diseñar actividades pedagógicas efectivas que la utilicen.

Las dos fases de la innovación, centradas en la creación de prompts y el diseño de actividades aplicadas, han permitido a los estudiantes desarrollar habilidades cruciales para el uso de la IA en el aula. Esta formación ha promovido competencias esenciales como el pensamiento crítico, la creatividad y el trabajo colaborativo, preparando a los futuros docentes para enfrentar los desafíos de un entorno educativo en constante cambio. (Ayuso-del Puerto y Gutiérrez-Esteban, 2022).

La metodología activa empleada ha sido fundamental para involucrar a los estudiantes en todo el proceso, desde el diseño hasta la implementación y análisis de las situaciones de aprendizaje. Esto no solo ha enriquecido su

experiencia formativa, sino que también los ha preparado para ser agentes de cambio en la educación primaria, donde la IA jugará un papel cada vez más importante en la construcción del conocimiento.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, E. N. (2023). La inteligencia artificial en la educación: una herramienta valiosa para los tutores virtuales universitarios y profesores universitarios. *Panorama*, 17(32), 1-9. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v17i32.3681>
- Aler T. A., Mora-Cantallops, M. & Nieves, J.C. (2024) How to teach responsible AI in Higher Education: challenges and opportunities. *Ethics Inf Technol* 26, 3. <https://doi.org/10.1007/s10676-023-09733-7>
- Ayuso-del Puerto, D., & Gutiérrez-Esteban, P. (2022). La Inteligencia Artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2), 347–362. <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.32332>
- Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas no Propietarios. (s.f.). *Situaciones de aprendizaje*. Ministerio de Educación y Formación Profesional. Recuperado de https://descargas.intef.es/cedec/proyectoedia/guias/contenidos/inteligencia_a_artificial/situaciones_de_aprendizaje.html
- Derry, S. J., & LaJoie, S. P. (1993). A middle camp for (un)intelligent instructional computing: An introduction. In S. P. Lajoie & S. J. Derry (Eds.), *Computers as cognitive tools* (pp. 1-14). Lawrence Erlbaum Associates. (pp.2-4).
- Fuertes-Alpiste, M. (2024). Enmarcando las aplicaciones de IA generativa como herramientas para la cognición en educación. *Pixel Bit. Revista de Medios y Educación*, 71, 42-57. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.107697>
- Gamboa Cruzado, JA, Nolasco Valenzuela, JS, Nolasco Valenzuela, EL, & Casas Miranda, R. (2024). *ChatGPT: Obtén el máximo rendimiento a la inteligencia artificial generativa*. Ra-Ma.
- Goenechea, C., & Valero-Franco, C. (2024). Educación e inteligencia artificial: Un análisis desde la perspectiva de los docentes en formación. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 22(2), 33-50. <https://doi.org/10.15366/reice2024.22.2.002>

- Gómez, W. O. A. (2023). La Inteligencia Artificial y su Incidencia en la Educación: Transformando el Aprendizaje para el Siglo XXI. *Revista Internacional De Pedagogía E Innovación Educativa*, 3(2), 217-229. <https://doi.org/10.51660/ripie.v3i2.133>
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. (2024). *Guía sobre el uso de la IA en el ámbito educativo*. Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- Jonassen, D. H. (1996). *Computers in the classroom. Mindtools for critical thinking*. Prentice Hall.
- Kaklauskas, A. (2015). Student progress assessment with the help of an intelligent pupil analysis system. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 26, 35-50. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2012.01.006>
- Martínez-Comesaña, M., Rigueira-Díaz, X., Larrañaga-Janeiro, A., Martínez-Torres, J., OcarranzaPrado, I., & Kreibel, D. (2023). Impacto de la inteligencia artificial en los métodos de evaluación en la educación primaria y secundaria: revisión sistemática de la literatura. *Revista de Psicodidáctica*, 28, 93-103. <https://doi.org/10.1016/j.psicoe.2023.06.002>
- Moreno Padilla, RD (2019). La llegada de la inteligencia artificial a la educación. *Revista RITI*, 7(14), 260-270. <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.022>
- Naqa I., y Murphy, M. J. (2015) ¿What is Machine Learning? En I. Naqa, R. Li y M. J. Murphy (Eds.), *Machine Learning in Radiation Oncology* (pp. 3-11). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-18305-3_1
- Orden de 29 de marzo de 2021, por la que se establecen los marcos de la Competencia Digital en el sistema educativo no universitario de la Comunidad Autónoma de Andalucía. <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2021/67/22>
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. «BOE» núm. 52, de 02/03/2022. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/01/157/con>
- Ruaro, R. L., & Reis, L. C. C. G. (2020). Los retos del emprendimiento en la era de la inteligencia artificial. *Veritas*, 65(3). <https://doi.org/10.51660/ripie.v3i2.133>
- Rubio, F. (2023, 26 de octubre). *Qué es un mensaje y cómo crear uno optimizado para ChatGPT*. Francisco Rubio. Recuperado de <https://www.franciscorubio.es/que-es-un-prompt-y-como-crear-uno-optimizado-para-chatgpt/>

- Salomon, G., Perkins, D. N., & Globertson, T. (1991). Partners in cognition: Extending human intelligence with intelligent technologies. *Educational Researcher*, 20(3), 2-9. <https://doi.org/10.3102/0013189X0200030>
- Sánchez-Vila, E. M., y Lama, M. (2007). Monografía: Técnicas de la Inteligencia Artificial Aplicadas a la Educación Inteligencia Artificial. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 11(33), 7-12. <https://bit.ly/3FVMZA4>
- Sancho-Gil, J. M., Sánchez-Valero, J. A. y Domingo-Coscollola, M. (2017). Research-based insights on initial teacher education in Spain. *European Journal of Teacher Education*, 40(3), 310-325. <https://doi.org/10.1080/02619768.2017.1320388>
- Sekeroglu, B., Dimilier, K., y Tuncal, K. (2019). La Inteligencia Artificial en Educación: aplicación en la evaluación del desempeño del alumno. *Revista Dilemas Contemporáneos: educación, Política y Valores*, 7(1), 1-21. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v28i1.1594RIED>
- UNESCO (2019). *Consenso de Beijing. Sobre la inteligencia artificial y la educación*. UNESCO. <https://bit.ly/3ik0Fel>
- United Nations (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. UN Publishing. <https://bit.ly/2YkMS0a>
- Vera, F. (2023). Integración de la Inteligencia Artificial en la Educación superior: Desafíos y oportunidades. *Transformar*, 4(1), 17-34.
- Wang, P., Tchounikine, P., y Quignard, M. (2018). Chao: a framework for the development of orchestration technologies for technology-enhanced learning activities using tablets in classrooms. *International Journal of Technology Enhance Learning*, 10 (1/2), 1-21. <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2018.10008583>
- Yang, F. (2018). Study on student performance estimation, student progress analysis, and student potential prediction based on data mining. *Computers & Education*, 123, 97-108. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.006>
- Zhang, X. D. (2020). Machine Learning. En X. D. Zhang (Ed.), *A Matrix Algebra Approach to Artificial Intelligence* (pp. 223-440). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-2770-8_6

METODOLOGÍAS EMERGENTES EN LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN: ESCAPE ROOM EDUCATIVO DIGITAL

Rocío Piñero Virué

rpv@us.es 0000-0002-0120-0931

Profesora Universidad de Sevilla (España)

Antonio Palacios-Rodríguez

aprodriguez@us.es 0000-0002-0689-6317

Profesor Ayudante Doctor Universidad de Sevilla (España)

RESUMEN

El presente estudio se desarrolla en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. Se pretende realizar una investigación sobre las metodologías emergentes que insertan recursos tecnológicos como elementos fundamentales para que el sujeto, como protagonista activo de su aprendizaje, pueda construir un proceso significativo y funcional. Como objetivo principal se pretende alcanzar el fomento del uso de metodologías activas para los procesos de enseñanza y aprendizaje en atención a la diversidad como el Escape Room educativo digital, para la adquisición de competencias digitales de los futuros docentes a través del diseño de materiales didácticos que se incorporen en espacios virtuales de formación, así como del estudio de la estrategia de innovación para su integración en otras asignaturas. La muestra participante será seleccionada entre el alumnado matriculado en diferentes asignaturas de los Grados de Educación Infantil Primaria y Pedagogía. La metodología será atractiva, motivadora, participativa y activa, dando respuesta a cada sujeto para incluir al alumnado dentro de un mismo espacio. Se analizarán los datos su comprobación de si es factible y productivo el diseño planteado. Suponemos que los resultados serán favorables ya que así lo han sido ateniéndonos a los de otros estudios similares a los que hemos tenido acceso. Por tanto, se desea concluir de la manera satisfactoria como ya lo han hecho las investigaciones consultadas.

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio está enlazado con el proyecto de investigación “Diseño, Producción y Evaluación de T-Mooc para la Adquisición por los Docentes de Competencias Digitales Docentes (RTI2018-097214-B-C31)”. Vamos a exponer una presentación de dicho estudio, puesto que se está desarrollando en la actualidad. Se contextualiza en el entorno universitario de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla (<https://educacion.us.es/>), al existir una destacada necesidad debido a la oferta de sus titulaciones de incorporar nuevos proyectos que garanticen una formación inicial del futuro docente acorde con las necesidades detectadas en la práctica docente de los diferentes centros educativos, cualquiera que sea su nivel y vinculados hacia la consecución de la Competencia digital docente y la Transformación digital en las aulas. En este sentido, desde la asignatura Tecnologías de la Información y la Comunicación aplicadas a la Educación del Grado de Educación Primaria, la asignatura Organización del Centro Escolar del Grado de Educación Primaria, y la asignatura Diseño, Desarrollo y Evaluación del Currículum del Grado en Pedagogía, se llevará a cabo el presente estudio, de carácter universitario y transversal, para poder dar respuesta a diferentes demandas de sus programas formativos. Del mismo modo, existe una vinculación directa con una de las competencias clave en el desarrollo de todas las asignaturas implicadas: el desarrollo de la Competencia digital docente para llevar a cabo la transformación digital desde los centros educativos, desde la etapa de educación infantil hasta la etapa universitaria (Romero et al., 2021).

Este estudio que se presenta y, que se viene desarrollando, tiene como objetivo principal: Fomentar el uso de metodologías activas para los procesos de enseñanza y aprendizaje como el Escape Room educativo digital, para la adquisición de competencias digitales de los futuros docentes a través del diseño de materiales didácticos que se incorporen en espacios virtuales de formación y que propicien la atención a la diversidad en el aula heterogénea, así como del estudio de la estrategia de innovación para su integración en otras asignaturas. Este objetivo se concreta en diferentes objetivos específicos: Planificar, diseñar y evaluar un entorno de Escape Room educativo digital por parte de los estudiantes para la adquisición de conceptos clave mediante el desarrollo de acciones formativas; Diseñar, planificar y evaluar diferentes materiales didácticos vinculados con los contenidos de las diferentes asignaturas para ser incorporados a través de la plataforma Blackboard Collaborate de la Universidad de Sevilla; Evaluar los materiales multimedia diseñados por parte de los estudiantes; Analizar el grado de satisfacción de los estudiantes de las asignaturas con la experiencia de innovación Escape Room educativo digital desarrollado; Conocer el rendimiento académico que los estudiantes poseen a través de la incorporación de metodologías activas en los procesos de enseñanza y aprendizaje; Identificar los diferentes factores determinantes en las experiencias educativas mediante metodologías activas como la gamificación y el Escape Room educativo digital; Analizar el conocimiento que los estudiantes presentan a través del estudio de estrategias y metodologías tradicionales y estrategias y metodologías activas del aprendizaje; y Difundir los resultados obtenidos de la experiencia de innovación a través de metodologías activas a través de reflexiones en el aula, así como jornadas y congresos formativos. En la

actualidad, por un lado, existen metodologías activas de enseñanza y aprendizaje con escasa o nula inserción tecnológica; por otro lado, sin embargo, cada día con mayor asiduidad, estas herramientas se incorporan dentro del Sistema Educativo, destacando múltiples experiencias en contextos universitarios donde la participación de las tecnologías digitales es fundamental para el enriquecimiento del proceso educativo, considerándose más eficientes y de mayor calidad. Resaltando el planteamiento de tener en cuenta que, para aplicar metodologías innovadoras en entornos de educación que podemos llamar digitales, es necesario que seamos competentes digitalmente (Sangrà et al., 2023). Y explicando en esta línea, Tirado-Lara & Roque-Hernández (2019,31) que, “las TIC deben promoverse en la educación superior, con planes de acción que adapten las habilidades informales de los universitarios, a competencias tecnológicas adecuadas a la educación formal”.

La incorporación de las metodologías emergentes en el ámbito de la educación parte del uso de diseños propios a cada etapa, planificándose, diseñándose y desarrollándose una acción formativa basada en los elementos del juego. En este sentido, para Torres & Romero (2018) el juego no es algo innovador con el que se pueda conseguir directamente la mejora de la enseñanza, pero sí que con la gamificación se consigue potenciar la actividad en el alumnado puesto que con esta gamificación no se trata de diseñar juegos y ejecutarlos en el aula, sino que esos juegos deben tener una rigurosa metodología, adecuada planificación y desarrollar dinámicas diferentes, fomentando una escuela para todos. Por tanto, al ser una metodología activa y participativa, se valora la actitud, el esfuerzo, la implicación y, por último, el logro, mediante insignias. A través de esta metodología, el juego se trata como elemento motivador en clase, y está

considerada como una metodología activa ya que el alumno debe estar activo y ser el protagonista en el proceso de aprendizaje (Parra et al., 2020). El hecho de insertar nuevos estilos de enseñanza conlleva a investigar en lo referente a la adquisición del aprendizaje, puesto que por un lado, tendríamos la creencia de que el sujeto puede llegar a aprender mejor cuando se le permite descubrir o construir la información por sí mismo (Papert, 1980; Steffe & Gale, 1995), o por el contrario, ante la tesis de que los alumnos aprenden mejor cuando se les ofrece una enseñanza explícita, donde el docente es un guía orientador que muestra a los educandos qué y cómo tienen que aprender (Klahr & Nigam, 2004; Mayer, 2004). Por tanto, en el contexto universitario, es fundamental determinar qué metodologías activas de enseñanza y qué recursos tecnológicos se van a poner en marcha, puesto que será el propio desarrollo de las actividades, como la creación y organización de contenidos didácticos, los que van a permitir y fomentar la mejora en la participación con los estudiantes, en la implementación de sistemas y formatos de evaluación fiables y eficaces, para que se pueda alcanzar una adecuada gestión tanto del conocimiento como del aprendizaje. Añadiendo Quishpe et al. (2024) que, las actividades pedagógicas tienen una finalidad específica, sin embargo, es necesario que el docente esté atento a la reacción de los estudiantes para adaptarlas según cada sujeto. Puesto que, como indica Bala (2020), desde la propia configuración que fortalece el Sistema Educativo Superior se debe considerar indispensablemente que los estudiantes no son los productos, puesto que se toma como verdadero producto a la educación y a su calidad, unida estrechamente al crecimiento tecnológico innovador e investigativo, para que pueda permitir el fortalecimiento de la cualificación en sus

estudiantes, atendiendo a la diversidad y ofreciendo una adecuada respuesta educativa a la medida de cada sujeto.

1.1. Metodologías emergentes y recursos tecnológicos

Las metodologías emergentes vienen sustituyendo a metodologías tradicionales para que el alumnado pueda construir su propio aprendizaje partiendo de sus intereses y necesidades, y éste pueda tener un rol de sujeto activo; hemos de situar nuestro planteamiento dentro de una escuela abierta y diversa, la cual ha de ofrecer calidad en el progreso de su aprendizaje de todos los sujetos (Fernández-Batanero et al., 2024). Ante el alumnado heterogéneo, hay que tener previsto una planificación de estrategias metodológicas que puedan favorecer el proceso educativo de cada uno, por lo que la emergencia de trabajar con una gama de adecuada de metodologías se hace necesaria (Navarro et. al, 2022). En este sentido, podemos poner como ejemplo el método STEAM ya que permiten a los estudiantes familiarizarse con el mundo digital consiguiendo un rol activo mediante la activa participación en el aula y trasladar el aprendizaje adquirido a su vida cotidiana, realidad inmersa en la tecnología. Vinculándose estrechamente, a estas metodologías, los recursos tecnológicos y, destacando Hidalgo-Rivas (2023,6) lo siguiente:

Una de las oportunidades emergentes que surgen de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) es el uso de los espacios virtuales de aprendizajes (EVA), centrándose en modelos constructivistas socioculturales que permiten el trabajo colaborativo y mejoran la construcción del conocimiento en una comunidad de aprendizaje. Se promueven espacios de reflexión accesibles en cualquier momento, adaptables al ritmo de

aprendizaje individual y, sobre todo, opuestos a los tradicionales métodos de transmisión del conocimiento.

Desde el marco legal se insta a fomentar la crítica, la reflexión, los ritmos de aprendizaje, o el aprender a aprender, entre otros requisitos, y en este sentido, como se viene demostrando a través de múltiples estudios, la incorporación de nuevas metodologías y recursos tecnológicos promueven escenarios invitando al alumnado a participar de manera activa en el progreso de su aprendizaje; por lo que se impulsa a trabajar estas competencias digitales para el fomento de un desarrollo integral del individuo (Palacios et al., 2023). Añadiendo Sánchez-Vera & Solano-Fernández (2023) que, durante la formación inicial del profesorado se hace necesario retomar las bases de la Tecnología Educativa desde la perspectiva de la didáctica para poder adquirir un conocimiento sobre cómo insertar recursos de todo tipo en diferentes estrategias didácticas y favorecer los procesos de innovación docente en la práctica profesional potenciando la competencia digital indispensable para convivir en esta sociedad actual del conocimiento (Cabero et al., 2024); ampliando Venegas-Loor & Moreira-Aguayo (2020), que el desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación constituye uno de los factores clave para comprender y explicar las transformaciones económicas, sociales, políticas y culturales de nuestra realidad.

2. MÉTODO

2.1. Contexto

Su contexto se centra en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. Concretamente en las asignaturas de Tecnologías de

la Información y la Comunicación aplicadas a la Educación del Grado de Educación Primaria, la asignatura Organización del Centro Escolar del Grado de Educación Primaria, la asignatura Diseño, y Desarrollo y Evaluación del Currículum del Grado en Pedagogía. El número de sujetos que conformarán la muestra participante aún no está cerrado debido a que estudio se encuentra en proceso.

2.2. Metodología

La metodología del estudio se enmarca en unas directrices enfocadas en poder dar al estudiante la oportunidad de convertirse en el protagonista de su acción formativa, tal y como se exponía en la LOGSE (1990), tomando una significatividad relevante para la construcción de su aprendizaje, hecho significativo que la Universidad ha de ir potenciando. Y para el desarrollo de las actuaciones y actividades del estudio se configuran tres grandes secciones de intervención:

- La primera será la referente a la organización, diseño y planificación de las actuaciones de las diferentes funciones y del desarrollo del estudio.
- La segunda es donde se implementa el proceso para poder llevarlo a cabo; en este bloque de actuaciones, se desarrollará el diseño de las actividades que han sido planificadas.
- Y la tercera es la última fase donde llevará a cabo todo el proceso de recogida de datos, análisis y realización de la memoria final, así como el proceso de difusión de los resultados obtenidos.

Los procesos de evaluación que se llevarán a cabo están vinculados a la comprobación de la consecución de los objetivos planteados en el

desarrollo de este. Por lo tanto, se realizará tanto la evaluación de los materiales multimedia diseñados para la experiencia de innovación, así como la evaluación de las diferentes variables que se quieren estudiar y que quedan expuestas en apartados anteriores a través de los objetivos específicos. Para ello, algunos de los instrumentos de evaluación serán diseñados por parte del profesorado que compone el equipo de trabajo y otros, en cambio, serán instrumentos ya validados y fiables que se adaptarán al contexto específico de la intervención.

3. RESULTADOS

Este apartado está en proceso, puesto que, en este caso, se ha expuesto una presentación del estudio. No obstante, los resultados se prevén significativos y favorables al tener bastante aceptación este tipo de investigaciones, teniendo en cuenta estudios similares como los que a continuación se muestran: Tajuelo & Pinto (2021) llevaron una experiencia parecida también con el planteamiento de integrar en el currículo estrategias de gestión tipo *Escape Room* para transformar la práctica docente; destacando los objetivos de aprendizaje puesto que tuvieron un gran peso a la hora de diseñar la actividad académica, estando centrados en construir conocimientos o desarrollo de habilidades, la comunicación, el trabajo en equipo, la toma de decisiones y la resolución de problemas. Concluyendo la satisfacción de trabajar con este tipo de métodos incorporando contenidos de asignaturas y estrategias alinearlas al aprendizaje basado en el juego (Tajuelo & Pinto, 2021). Estudios como el de Ramírez-Quesada & de Jesús-Villa (2024) también revelan la atención y el compromiso por parte de los estudiantes para trabajar con nuevas metodologías como el *Escape Room*, lo que supone un reto para los

docentes cobrando la gamificación especial protagonismo en las aulas universitarias. Y concluyendo el estudio, muestran que, tras analizar los datos, el empleo de esta metodología sí favorece la motivación y aprendizaje del alumnado universitario satisfactoriamente. Otra experiencia centrada en la gamificación como estrategia de aprendizaje, muestra los beneficios derivados del desarrollo de su puesta en el aula universitaria, concretando un modelo de gamificación como es el Escape Room. La investigación en este caso trata de profundizar y examinar las ventajas que aporta este tipo de metodología en el ámbito educativo superior, haciendo alusión a la necesidad de presentar el contenido de manera atractiva y lúdica para favorecer el aprendizaje del sujeto; la cual, se cumple. Y como último ejemplo, citamos a Navarro-Mateos & Pérez-López (2024) puesto que realizaron en la Universidad una experiencia, concretamente en la formación inicial del profesorado, centrada en el desarrollo de competencias necesarias para la futura labor profesional, tomando como eje fundamental el uso de estrategias y metodologías activas que aporten aprendizaje transferible y contextualizado, y cuyo objetivo de giraba en torno al aprendizaje basado en retos y la gamificación; se concluyó destacando el potencial formativo del binomio aprendizaje basado en retos y gamificación.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El transcurso de este estudio ha llevado la línea en la que se dirigen Sangrà et al. (2023) y, que no es otra, que la de desarrollar metodologías innovadoras en entornos de educación para formar a ciudadanos competentes digitalmente. En este caso, nos decantamos por un Escape Room educativo digital como diseño novedoso para que el futuro docente

pueda trasladar lo aprendido en el aula universitaria a su praxis educativa, además de alcanzar una adecuada competencia digital como requisito para esta sociedad del conocimiento (Cabero et al., 2024). En este sentido, se intenta llevar a cabo un planteamiento dinámico para que funcione de la mejor manera posible y se pueda concluir de la manera satisfactoria como ya lo han hecho las investigaciones consultadas.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bala, I. (2020). Students' Perception Regarding Quality Assurance in Higher Education Through Identified Parameters: An Evaluative Study. *Test Engineering & Management*, 83, 446-457. Recuperado a partir de <http://tinyurl.com/56zbbvct>
- Cabero, J., Llorente, C., Palacios, A., & Fernández, F. A. (2024). Literacy and Digital Inclusion for the Twenty-First Century. The Case of Peru. *From Digital Divide to Digital Inclusion. Challenges, Perspectives and Trends in the Development of Digital Competences*. Springer, 411-432. https://doi.org/10.1007/978-981-99-7645-4_19
- Fernández-Batanero, J. M., Piñero-Virué, R., Reyes-Rebollo, M. M., & Ballesteros-Regaña, C. (2024). Innovaciones pedagógicas: escuela inclusiva y apertura social. (Pág. 20-30). En Soledad Domene y María Dolores Díaz-Noguera (Coords.) *Formación y empleabilidad en organizaciones inclusivas y sostenibles*. Madrid: Dykinson S. L.
- García, I. (2019). Escape Room como propuesta de gamificación en educación. *Revista Educativa Hekademos*, 27, 71-79. Recuperado a partir de <https://hekademos.com/index.php/hekademos/article/view/17>
- Hidalgo-Rivas, A. L. (2023). Desvelando caminos en la búsqueda de metodologías para saberes específicos en la pedagogía virtual. *Ciencia y Educación*, 4(3), 6-20. Recuperado a partir de <https://www.cienciayeducacion.com/index.php/journal/article/view/167>
- Klahr, D., & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science*, 15(10), 661-7. [10.1111/j.0956-7976.2004.00737.x](https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00737.x)

- Mayer, R. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? *American Psychologist*, 59(1), 14-9. [10.1037/0003-066X.59.1.14](https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.1.14)
- MEC (1990). *Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo*. «BOE» núm. 238, de 4 de octubre de 1990, páginas 28927 a 28942 (16 págs.). <https://www.boe.es/eli/es/lo/1990/10/03/1>
- Navarro, M. J., Piñero-Virué, R., Jiménez, P., & Navarro, V. (2022). Metodologías Participativas en la Formación del Profesorado: Análisis de Estrategias Didácticas Activas y Colaborativas. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 16, 2, 53-70. <https://doi.org/10.4067/S0718-73782022000200053>
- Navarro-Mateos, C., & Pérez-López, I.J. (2024). Gamificación: de la curiosidad al aprendizaje a través de la emoción en el máster de profesorado. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 27(1), 151-166. <https://doi.org/10.6018/reifop.591631>
- Palacios, A., Cabero, J., & Barroso, J. (2023). *Competencia Digital Docente según #DigCompEdu. Aportes desde la investigación*. Sevilla: Universidad de Sevilla. Grupo de Investigación Didáctica.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms—Children, Computers and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, Inc. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1468786>
- Parra-González, M^a. E., Segura-Robles, A., & Gómez-Barajas, E. R. (2020). Evaluando experiencias gamificadas en docentes y estudiantes de educación física. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 13, 166-176. <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/63542/4595-Article%20Text-15846-1-10-20200204.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Proyecto de Innovación. *Diseño, Producción y Evaluación de T-Mooc para la Adquisición por los Docentes de Competencias Digitales Docentes* (RTI2018-097214-B-C31).
- Quishpe, K. D., Machado, J. O., Rodríguez, A. V., Barros, T. A., & Pachacama, M. G. (2024). Scape room para la evaluación de competencias matemáticas. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, V(4), 1562-1576. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2360>
- Ramírez-Quesada, C. B., & de Jesús-Villa, P. (2024). Revisión sistemática de la eficacia del escape room educativo como metodología universitaria para

incrementar la motivación y el aprendizaje. *EDUCA International Journal*, 1(4), 160-189. <https://doi.org/10.55040/educa.v4i1.76>

Romero Tena, R., Barragán Sánchez, R., Puig Gutiérrez, M., & Llorente Cejudo, C. (2021). The Pandemic and Changes in the Self-Perception of Teacher Digital Competences of Infant Grade Students: A Cross Sectional Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 1-13. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094756>

Sangrà, A., Guitert-Catasús, M., & Behar, P. A. (2023). Competencias y metodologías innovadoras para la educación digital. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 26(1), 9-16. <https://www.redalyc.org/journal/3314/331473090001/331473090001.pdf>

Sánchez-Vera, M. D. M., & Solano-Fernández, I. M. S. (2023). La formación inicial en Tecnología Educativa en el Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria. *Campus Virtuales*, 12(1), 157-172. Recogido a partir de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8818557>

Steffe, L. P., & Gale, J. (Comps.) (1995). *Constructivism in Education*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum.

Tajuelo, L., & Pinto, G. (2021). Un ejemplo de actividad de *escape room* sobre física y química en educación secundaria. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias* 18(2), 2205. <https://10.25267/Rev Eureka ensen divulg cienc.2021.v18.i2.2205>

Tirado-Lara, P. J., & Roque-Hernández, M. D. P. (2019). TIC y contextos educativos: frecuencia de uso y función por universitarios. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, 67, 31-47. <https://doi.org/10.21556/edutec.2019.67.1135>

Torres, A., & Romero, L. M. (2018). Aprender jugando: La gamificación en el aula. En Rosa García-Ruiz, Amor Pérez-Rodríguez, & Ángel Torres (Eds.). *Educación para los nuevos medios: Claves para el desarrollo de la competencia mediática en el entorno digital* (Pág. 61-72). Abya-Yala. <https://bit.ly/3iYCYt9>

Venegas-Loor, V., & Moreira-Aguayo, P. Y. (2020). Las TIC en el contexto universitario. *Revista Científico-Profesional*, 5(Especial 1), 274-284. <https://10.23857/pc.v5i1.1897>