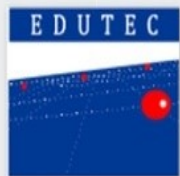


ISSN: 1135-9250



Edutec

Revista Electrónica de Tecnología Educativa

Trimestral

NÚMERO 90 - -Diciembre 2024



Publicado: 17-12-2024

DOI: <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.90>

©2024 - Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa

e-ISSN: 1135-9250







Grupo de Tecnología Educativa (GTE)
Universitat de les Illes Balears- Palma (España)

Estudio exploratorio de autopercepción docente sobre robótica y labor educativa en educación primaria. Aportes a la innovación y el emprendimiento _____	2
Aprendizaje conceptual de las leyes de Newton mediante secuencias didácticas con simulaciones en realidad aumentada ____	20
Metodología de formación docente. Implementando la educación STEM en establecimientos educativos _____	35
Efectividad de las tecnologías inmersivas para potenciar el aprendizaje en educación superior. Una revisión sistemática _____	55
Desarrollo de una escala de competencias digitales y en línea para estudiantes _____	75
Evaluación de competencias digitales en estudiantes de educación. Un estudio en la Universidad de Bolonia _____	93
Recursos tecnológicos y educación inclusiva. Propuestas y recomendaciones de estudiantes universitarios con discapacidad _____	112



Estudio exploratorio de autopercepción docente sobre robótica y labor educativa en Educación Primaria: aportes a la innovación y el emprendimiento

Exploratory Study of Teacher Self-Perception on Robotics and Educational Work in Primary Education: Contributions to Innovation and Entrepreneurship

-   Angélica Vera-Sagredo (A.V.-L.); Universidad Católica de la Santísima Concepción (Chile)
-   Jaime Constenla-Núñez (J.C.-N.); Universidad Católica de la Santísima Concepción (Chile)
-   Pilar Jara-Coatt (P.J.-C.); Universidad Católica de la Santísima Concepción (Chile)

RESUMEN

La innovación emprendedora y la robótica educativa están transformando el ámbito educativo. El estudio realizado en la región del Biobío, Chile, con 252 profesores de dieciséis establecimientos, tuvo como propósito analizar la percepción de los docentes sobre la innovación, el emprendimiento y el uso de la robótica educativa, identificar las diferencias de género, los años de servicio y la capacitación de los docentes y examinar las relaciones entre estas variables y con características sociodemográficas. El estudio, con un enfoque cuantitativo, transversal, descriptivo y correlacional, utilizó un cuestionario de 43 ítems denominado "Percepción sobre Emprendimiento, Innovación y Robótica Educativa en Educación (EIRE)". Los resultados muestran que los docentes valoran la innovación pedagógica y la promoción de competencias emprendedoras desde una edad temprana, sin embargo, enfrentan desafíos en su formación. Existe debate sobre la integración de la robótica en el currículo, a pesar de reconocer su utilidad en el proceso educativo.

ABSTRACT

Entrepreneurial innovation and educational robotics are transforming the educational field. The purpose of the study carried out in the Biobío region, Chile, with 252 teachers from sixteen establishments, was to analyze the teachers' perception of innovation, entrepreneurship and the use of educational robotics, identify gender differences, years of service and teacher training and examine the relationships between these variables and with sociodemographic characteristics. The study, with a quantitative, transversal, descriptive and correlational approach, used a 43-item questionnaire called "Perception on Entrepreneurship, Innovation and Educational Robotics in Education (EIRE)". The results show that teachers value pedagogical innovation and the promotion of entrepreneurial skills from an early age, however, they face challenges in their training. There is debate about the integration of robotics in the curriculum, despite recognizing its usefulness in the educational process

PALABRAS CLAVE - KEYWORDS

Emprendimiento, educación primaria, innovación, profesores, robótica educativa
Innovation, entrepreneurship, educational robotics, teachers, primary education



1. INTRODUCCIÓN

La innovación educativa busca mejorar la calidad y eficacia de la educación, exigiendo una transformación en la forma en que docentes y comunidades escolares abordan el aprendizaje (Mero, 2022; Ruiz, 2021). Asimismo, el emprendimiento en educación se centra en desarrollar habilidades cruciales para el siglo XXI, como la creatividad, la resolución de problemas y la adaptabilidad (Comisión Europea, 2019). En este escenario, la robótica educativa emerge como una herramienta poderosa que fomenta la participación activa de los estudiantes, estimula el pensamiento crítico y resuelve problemas complejos (Sánchez et al., 2019; Barrera, 2024). Esto no solo enriquece la experiencia educativa, sino que motiva a los estudiantes aumentando la confianza en sus habilidades.

Es razonable prever que las innovaciones en el ámbito educativo deben enfrentar desafíos relacionados con la calidad, el alcance, la eficiencia y la efectividad de la educación. Estas innovaciones necesitan ser flexibles y centradas en satisfacer de manera efectiva las necesidades de la comunidad escolar (Mero, 2022; Moreira-Arena, 2021). Los procesos educativos requieren una transformación que involucre un cambio en las creencias, conocimientos, actitudes y prácticas tanto de los docentes como del colectivo educativo, lo cual resultará en una mejora en la calidad educativa y en la modificación de los patrones de comportamiento profesional (Neira y Pulgarin, 2021; Vera-Sagredo et al., 2022). Por consiguiente, la innovación requiere la adopción de nuevas modalidades de funcionamiento y una actualización en las funciones de los roles educativos (Carrera-León, 2021).

La innovación educativa cobra sentido al incorporarse en la práctica docente con apertura, actualización y una propuesta de mejora continua, considerando las necesidades y el contexto de los estudiantes (Imbernón, 2024; Martínez y Rogero, 2021; Vera-Sagredo et al., 2020). La flexibilidad y la voluntad de adaptación y actualización por parte de los agentes de cambio son fundamentales para promover la mejora continua en los logros educativos de los estudiantes (Rodríguez et al., 2022). Este enfoque en la innovación pedagógica no solo enriquece el desarrollo profesional de los educadores, sino que también ejerce un impacto significativo en el éxito académico y en el crecimiento de los estudiantes (Mero, 2022).

La importancia de integrar experiencias emprendedoras en los planes de estudio prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos profesionales y personales. La intersección entre el emprendimiento y la educación también se refleja en el surgimiento de ecosistemas emprendedores en el ámbito educativo (Silva-Peralta et al., 2022). Según Etzkowitz (2020), los ecosistemas educativos emprendedores fomentan la sinergia entre instituciones educativas, nuevas empresas dedicadas a la educación y empresas establecidas, impulsando así la generación y diseminación de soluciones educativas innovadoras. Esto significa que la comunidad educativa, junto con el sector empresarial y gubernamental, puede desempeñar un papel esencial en la promoción de la innovación y el emprendimiento en la educación.

Según Bautista (2021), la robótica educativa es una herramienta altamente eficaz para comprometer a los estudiantes en un proceso de aprendizaje activo y colaborativo, permitiéndoles aplicar conceptos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática (STEM) en situaciones del mundo real. Esta convergencia entre la educación emprendedora y la innovación tecnológica ilustra cómo la combinación de enfoques pedagógicos innovadores y herramientas tecnológicas avanzadas está dando forma al futuro de la educación.

Sánchez et al. (2019) enfatizan que la participación de los estudiantes en proyectos de robótica los enfrenta a la resolución de problemas desafiantes, el pensamiento crítico, fomenta la colaboración en equipos y les brinda la oportunidad de aplicar sus conocimientos de manera práctica. Esto, a su vez, conduce a un aprendizaje más profundo y perdurable.

Sánchez et al. (2019) han revelado que los estudiantes que se involucran en actividades de robótica tienden a experimentar un aumento en su satisfacción con respecto a su educación y una mayor confianza en sus capacidades para abordar y resolver problemas, impactando significativamente en la participación, motivación y rendimiento académico.

La integración efectiva de la robótica educativa en las aulas es un proceso en evolución constante y está estrechamente ligada a la preparación de los educadores, quienes la aprecian por su utilidad didáctica (Castro et al., 2022). Las actitudes de los docentes hacia la robótica, sus habilidades tecnológicas y su capacidad para relacionarla con los contenidos del plan de estudios, pueden plantear desafíos para su adopción exitosa en el entorno educativo, permitiéndoles fomentar un pensamiento flexible, creativo e interdisciplinario (González et al., 2020). Cuando los educadores comprenden cómo la robótica puede enriquecer el proceso de enseñanza, pueden enfrentar obstáculos para utilizarla de manera efectiva en su práctica (Castro et al., 2022).

El estudio tuvo como objetivos de investigación 1) Analizar la percepción de docentes respecto a la innovación, emprendimiento y el uso de robótica educativa; 2) Identificar las diferencias entre género, años de servicio y capacitación relacionados a las variables del estudio; 3) Examinar las relaciones existentes entre la percepción de los profesionales de la educación respecto a la innovación, emprendimiento, robótica educativa y variables sociodemográficas.

2. MÉTODO

2.1. Diseño

La investigación se enmarca en un estudio exploratorio con un diseño transversal de naturaleza cuantitativa, adoptando un enfoque descriptivo y correlacional. Este diseño es pertinente dado que el fenómeno investigado aún no ha sido ampliamente explorado en este contexto, permitiendo obtener una comprensión inicial y caracterizar las variables de interés. El enfoque cuantitativo asegura una medición objetiva, mientras que la naturaleza transversal facilita el análisis del estado actual de las variables en un momento específico. Asimismo, el enfoque descriptivo permite detallar las características del fenómeno, y la correlación posibilita identificar relaciones significativas entre variables, contribuyendo a una mejor comprensión de los factores asociados y sentando las bases para futuras investigaciones.

2.2. Participantes

El estudio se llevó a cabo en la región del Biobío, Chile, con la participación de 252 docentes provenientes de dieciséis establecimientos educativos, quienes fueron parte del proyecto "NET: Niños/as emprendedores tecnológicos" financiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad del Gobierno Regional del Biobío, Chile. De estos, 215 (85,3%) eran mujeres y

37 (14,7%) hombres, con edades entre los 23 y 64 años ($M = 40.51$; $DE = 10.732$) y un promedio de 14 años de experiencia laboral. En cuanto a su formación, el 13,5% había recibido capacitación en innovación, el 4% en emprendimiento, y el 5% en robótica educativa.

2.3. Procedimientos e instrumentos de recolección de datos

Se llevó a cabo la aplicación del instrumento de manera online a todos los profesores que formaban parte de la muestra. Antes de administrar la escala, se proporcionó información sobre los objetivos de la investigación y se obtuvo la firma de los consentimientos informados.

El instrumento utilizado se denominó “Percepción sobre Emprendimiento, Innovación y Robótica Educativa en Educación (EIRE)” que fue adaptado por el Centro Innovapedia® de la Universidad Católica de la Santísima Concepción sobre la base de los aportes de los autores Mazón et al. (2009); Rocha (2013); Traver-Martí y Fernández-Berruero (2016); Cabello y Carrera (2017). La encuesta fue utilizada para conocer la percepción de los profesores sobre las temáticas relacionadas al estudio, la escala consta de 43 ítems y fue medido utilizando escala Likert de cinco puntos que van desde Totalmente en desacuerdo (1) hasta Totalmente de acuerdo (5). El instrumento fue dividido en tres dimensiones. La primera, denominada Innovación (11 ítems), del tipo, “Es posible desarrollar la innovación en cualquier asignatura”. La segunda, denominada Emprendimiento (13 ítems), del tipo, “Un modelo didáctico en emprendimiento permite desarrollar competencias emprendedoras en los estudiantes”. Y la tercera denominada Robótica Educativa (19 ítems), del tipo, “La robótica permite atender a la diversidad del alumnado”. Los índices de fiabilidad del cuestionario se obtuvieron mediante consistencia interna a través del coeficiente α de Cronbach, obteniendo datos de fiabilidad de $\alpha = .931$. (Hu y Bentler, 1999).

2.4. Análisis de datos

Los análisis estadísticos realizados se justifican por su pertinencia para abordar los objetivos de la investigación. Para analizar la percepción de los docentes respecto a la innovación, el emprendimiento y el uso de robótica educativa (objetivo 1), se realizaron análisis descriptivos que permitieron resumir y presentar las principales características de las respuestas. Con el fin de identificar diferencias en las dimensiones evaluadas según género, años de servicio y capacitación (objetivo 2), se calcularon las medias y se aplicaron pruebas de t de Student para grupos independientes y análisis de varianza (ANOVA), herramientas idóneas para determinar la significación estadística de las diferencias observadas entre dos o más grupos. Finalmente, para examinar las relaciones entre las dimensiones de las escalas y las variables sociodemográficas de los participantes (objetivo 3), se utilizó el coeficiente de evaluación de Pearson, adecuado para medir la fuerza y dirección de las asociaciones lineales entre dichas variables. Estos análisis permiten abordar de manera sistemática los objetivos planteados, proporcionando una comprensión integral del fenómeno estudiado.

La utilización de pruebas paramétricas en este estudio se fundamenta en la verificación previa de los supuestos necesarios para su aplicación. Se evaluó la normalidad de las distribuciones de las variables mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, mientras que la homogeneidad de las varianzas se comprobó utilizando la prueba de Levene. Estas comprobaciones aseguraron que los datos cumplieron con los requisitos para el uso de pruebas paramétricas,

como la prueba t de Student, el análisis de varianza (ANOVA) y el coeficiente de Pearson. Todo el análisis se realizó utilizando el software SPSS versión 21, lo que garantizó un procesamiento estadístico confiable.

3. RESULTADOS

3.1. Análisis descriptivos

Los resultados indican que los profesores muestran una fuerte creencia en la importancia de la innovación en la práctica docente para el logro de los aprendizajes de sus estudiantes, con una puntuación promedio significativamente alta (M=4.60; DE=.682) en una escala del 1 al 5. Además, los profesores perciben que un modelo didáctico en innovación permite a los estudiantes desarrollar competencias innovadoras en cualquier asignatura. Sin embargo, se aprecian desafíos en la percepción de que el desarrollo profesional docente fomenta espacios de reflexión para la formación a través de la innovación, con una media relativamente baja (M=2.53; DE=1.325) (Ver Tabla 1).

Tabla 1

Análisis descriptivos de las respuestas de los profesores respecto a la Innovación Educativa (Media, Desviación estándar, Asimetría, Curtosis).

Ítems	Media	Desviación estándar	Asimetría		Curtosis	
			Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
El desarrollo de la innovación en la práctica docente contribuye al logro de los aprendizajes de mis estudiantes.	4.60	.682	-2.325	.153	7.896	.306
Mi establecimiento educacional está preparado para la innovación.	3.80	1.035	-.652	.153	-.020	.306
Mi establecimiento educacional ha desarrollado experiencias innovadoras.	3.50	.955	-.302	.153	.022	.306
El desarrollo profesional docente permite espacios de reflexión para la formación a través de la innovación.	2.53	1.325	-.085	.153	-1.760	.306
La reflexión-acción tiene directa relación con la generación de estrategias innovadoras.	4.28	.872	-1.344	.153	1.845	.306
Es necesario que mis estudiantes desarrollen competencias de innovación.	4.63	.608	-1.941	.153	5.625	.306
Un modelo didáctico de innovación permite desarrollar competencias innovadoras en los estudiantes.	4.55	.681	-1.830	.153	4.915	.306

Ítems	Media	Desviación estándar	Asimetría		Curtosis	
			Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Las estrategias metodológicas utilizadas actualmente en mi asignatura incorporan el desarrollo de la innovación.	3.65	.877	-.267	.153	-.084	.306
Considero que soy un(a) líder en innovación en mi establecimiento educacional.	3.21	.883	-.250	.153	.413	.306
Es posible desarrollar la innovación en cualquier asignatura.	4.47	.770	-1.622	.153	3.019	.306
El desarrollo de las competencias de innovación está relacionado con los años de servicio del docente.	2.69	1.265	.187	.153	-.967	.306

Los resultados destacan la creencia generalizada de que el desarrollo de competencias en emprendimiento beneficia las futuras opciones laborales de los estudiantes. Por lo que sería fundamental que la formación comience en los niveles iniciales de educación. Sin embargo, preocupa que la creencia en el liderazgo de los profesores respecto al emprendimiento sea moderada (Ver Tabla 2).

Tabla 2

Análisis descriptivos las respuestas de los profesores respecto al Emprendimiento (Media, Desviación estándar, Asimetría, Curtosis).

Ítems	Media	Desviación estándar	Asimetría		Curtosis	
			Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Conozco las competencias claves del emprendimiento.	2.98	.861	-.045	.153	-.231	.306
El profesor debe ser un emprendedor para desarrollar esta competencia (emprendimiento) en sus estudiantes.	3.71	1.037	-.434	.153	-.615	.306
Se han desarrollado experiencias de emprendimiento en mi establecimiento educacional.	3.05	1.034	-.104	.153	-.356	.306
La formación en emprendimiento es fundamental desde los niveles iniciales de educación.	4.13	.912	-.962	.153	.497	.306
Las políticas públicas ofrecen espacios para el desarrollo del emprendimiento en educación.	3.10	1.092	-.040	.153	-.522	.306
El desarrollo de competencias en emprendimiento favorece las	4.27	.776	-.862	.153	.544	.306

Ítems	Media	Desviación estándar	Asimetría		Curtosis	
			Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
futuras opciones laborales de mis estudiantes.						
Es necesario que mis estudiantes desarrollen competencias en emprendimiento.	4.41	.717	-1.193	.153	1.740	.306
Un modelo didáctico en emprendimiento permite desarrollar competencias emprendedoras en los estudiantes.	4.36	.730	-1.102	.153	1.557	.306
A través del emprendimiento nuestro país mejoraría sus indicadores de productividad.	4.27	.818	-1.072	.153	1.168	.306
Las estrategias metodológicas utilizadas actualmente en mi asignatura consideran el desarrollo del emprendimiento.	3.34	.945	-.151	.153	.005	.306
Considero que soy un líder en emprendimiento en mi establecimiento educacional.	2.94	.890	-.251	.153	.106	.306
Es posible desarrollar el emprendimiento en cualquier asignatura.	4.22	.822	-.823	.153	.221	.306
El desarrollo de las competencias de emprendimiento está relacionado con los años de servicio del docente.	2.59	1.206	.302	.153	-.735	.306

La mayoría de los profesores considera que es necesario introducir la robótica en la enseñanza obligatoria. Aunque existe cierta variabilidad en las respuestas, esto indica un respaldo general a la incorporación de la robótica en el aula. Se aprecia una disyuntiva en si la robótica se puede incorporar a actividades extraescolares o si debe introducirse en el aula. Esto sugiere que algunos profesores pueden ver la robótica como una opción complementaria fuera del horario escolar, mientras que otros consideran que debe ser parte de la enseñanza regular.

En cuanto a la educación primaria, la mayoría de los profesores está de acuerdo en que tiene sentido introducir la robótica en el aula. Esto refleja la percepción de que la robótica puede ser beneficiosa para los estudiantes más jóvenes. Además, se observó que la robótica no debería limitarse a las áreas disciplinares de Matemática, Ciencias y Tecnologías, sino que su utilización podría ser más diversa.

Los profesores creen que la robótica tiene un potencial educativo significativo, ya que se asocia con la integración de diferentes áreas del conocimiento, el desarrollo del pensamiento sistémico, la creación de nuevos entornos de aprendizaje, la promoción del aprendizaje lúdico, el fomento de la creatividad, el trabajo colaborativo, la autonomía personal y la motivación del

alumno. También se percibe que la robótica permite atender a la diversidad del alumno. Estos resultados indican un reconocimiento generalizado de los beneficios de la robótica en la educación. Sin embargo, muy poco de los encuestados han participado en alguna actividad formativa sobre el uso de la robótica en educación (Ver Tabla 3).

Tabla 3

Análisis descriptivos las respuestas de los profesores respecto a la Robótica Educativa (Media, Desviación estándar, Asimetría, Curtosis).

Ítems	Media	Desviación estándar	Asimetría		Curtosis	
			Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Es necesario introducir la robótica en la enseñanza obligatoria.	3.85	.912	-.354	.153	-.426	.306
La robótica se puede incorporar a actividades extraescolares y no es necesario introducirla en el aula.	3.43	1.136	-.225	.153	-.825	.306
En la educación primaria tiene sentido introducir la robótica en el aula.	4.07	.885	-.765	.153	.403	.306
La robótica como herramienta debería estar presente sólo en Matemáticas, Ciencias y Tecnología	2.87	1.284	.171	.153	-1.068	.306
El alumnado de enseñanza básica tiene capacidad suficiente para utilizar herramientas relacionadas con la robótica.	4.02	.910	-.719	.153	.059	.306
Sólo el alumnado con vocación científico-tecnológica tendría que tener la oportunidad de utilizar la robótica en la escuela.	4.21	.907	-1.342	.153	1.972	.306
Introducir la robótica en la enseñanza primaria puede ayudar a despertar vocaciones científico-tecnológicas.	4.38	.801	-1.395	.153	2.189	.306
He participado en alguna actividad de formación relacionada con el uso de la robótica en el aula.	2.39	1.224	.579	.153	-.628	.306

Ítems	Media	Desviación estándar	Asimetría		Curtosis	
			Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
La robótica facilita la integración de diferentes áreas del conocimiento.	4.22	.855	-1.176	.153	1.571	.306
La robótica permite trabajar con objetos manipulables, favoreciendo el paso de lo concreto a lo abstracto.	4.26	.849	-1.397	.153	2.514	.306
La robótica hace posible la apropiación de diferentes lenguajes (gráfico, icónico, matemático, natural, etc.).	4.28	.839	-1.256	.153	1.861	.306
La robótica fomenta el desarrollo del pensamiento sistémico y sistemático.	4.31	.831	-1.211	.153	1.451	.306
La robótica da pie a la creación de nuevos entornos de aprendizaje (interacción alumnado – ordenador – robot – profesor/a).	4.32	.824	-1.423	.153	2.532	.306
La robótica da pie a la creación de un ambiente de aprendizaje lúdico.	4.37	.809	-1.351	.153	1.971	.306
La robótica potencia el desarrollo de la creatividad del alumnado.	4.39	.828	-1.639	.153	3.334	.306
La robótica facilita el trabajo colaborativo.	4.25	.858	-1.107	.153	1.237	.306
La robótica favorece la autonomía personal del alumnado.	4.20	.888	-.985	.153	.720	.306
La robótica Incrementa la motivación del alumnado.	4.31	.838	-1.382	.153	2.233	.306
La robótica permite atender a la diversidad del alumnado.	4.19	.902	-1.001	.153	.702	.306

Respecto a los análisis descriptivos por dimensión y según la cantidad de ítems, se observa que la robótica sería la dimensión más valorada por los docentes (M=76.30; DE= 11.708), seguida de la dimensión de innovación (M=41.92; DE= 1.42), y finalmente por la dimensión de emprendimiento (M=47.37; DE= 6.96).

3.2. Resultados diferenciales entre las variables examinadas y datos sociodemográficos (t student y ANOVA)

Los resultados de la tabla 4 muestran diferencias significativas en las percepciones de mujeres y hombres en relación con el emprendimiento y la robótica educativa. Las mujeres tienden a estar menos familiarizadas con las competencias clave del emprendimiento en comparación con los hombres. Sin embargo, muestran una mayor convicción de que la formación en emprendimiento es fundamental desde los niveles iniciales de educación. Además, se observa que los hombres tendrían mayor experiencia en actividades relacionadas con la robótica educativa en el aula (Ver Tabla 4).

Tabla 4

Medias (desviación típica) y comparaciones de profesores según el género respecto a las variables examinadas (prueba t y tamaño del efecto).

Ítems	Mujeres		Hombres		t	p	d
	M	DE	M	DE			
12. Conozco las competencias claves del emprendimiento	2.94	.849	3.24	.895	1.994	.047	.169
15. La formación en emprendimiento es fundamental desde los niveles iniciales de educación.	4.19	.877	3.81	1.050	2.333	.020	.192
16. Las políticas públicas ofrecen espacios para el desarrollo del emprendimiento en educación.	3.04	1.108	3.46	.931	2.164	.031	.201
24. El desarrollo de las competencias de emprendimiento está relacionado con los años de servicio del docente.	2.49	1.199	3.14	1.110	3.040	.003	.270
32. He participado en alguna actividad de formación relacionada con el uso de la robótica en el aula.	2.31	1.172	2.89	1.410	2.719	.007	.218

Se revela que aquellos docentes que han recibido capacitación muestran calificaciones más altas en las áreas relacionadas con la innovación, el emprendimiento y la robótica. Específicamente, los profesores capacitados tienden a creer más en el impacto positivo de la innovación en el logro de los aprendizajes de los estudiantes y en su capacidad como líderes en innovación. Además, muestran una mayor familiaridad con las competencias clave del emprendimiento y creen más en la efectividad de los modelos didácticos de emprendimiento. En cuanto a la robótica educativa, los profesores capacitados tienen una mayor disposición para introducir la robótica en el aula, perciben que los estudiantes tienen la capacidad para utilizar herramientas relacionadas con la robótica y participar más en actividades de formación relacionadas con su uso. También reconocen el potencial de la robótica para crear nuevos entornos de aprendizaje lúdicos y potenciar la creatividad del alumno. Estos resultados resaltan la importancia de la capacitación continua para los docentes en estas áreas clave de la educación para mejorar su preparación y su capacidad para implementar prácticas innovadoras y tecnológicas en el aula (Ver Tabla 5).

Tabla 5

Medias (desviación típica) y comparaciones de profesores respecto a aquellos que han recibido capacitación en innovación, emprendimiento y/o Robótica educativa (prueba t y tamaño del efecto).

Ítems	Sin capacitación		Con capacitación		t	p	d
	M	DE	M	DE			
1. El desarrollo de la innovación en la práctica docente contribuye al logro de los aprendizajes de mis estudiantes.	4.56	.711	4.85	.359	2.391	.018	.249
5. La reflexión-acción tiene directa relación con la generación de estrategias innovadoras.	4.22	.890	4.65	.646	2.657	.008	.266
6. Es necesario que mis estudiantes desarrollen competencias de innovación.	4.60	.631	4.82	.387	2.038	.043	.205
7. Un modelo didáctico de innovación permite desarrollar competencias innovadoras en los estudiantes.	4.52	.707	4.76	.431	1.974	.049	.200
9. Considero que soy un(a) líder en innovación en mi establecimiento educacional.	3.15	.875	3.59	.857	2.716	.007	.246
12. Conozco las competencias claves del emprendimiento.	2.94	.859	3.26	.828	2.057	.041	.186
19. Un modelo didáctico en emprendimiento permite desarrollar competencias emprendedoras en los estudiantes.	4.31	.752	4.65	.485	2.515	.013	.259
26. La robótica se puede incorporar a actividades extraescolares y no es necesario introducirla en el aula.	3.51	1.108	2.91	1.190	2.895	.004	.252
29. El alumnado de enseñanza básica tiene capacidad suficiente para utilizar herramientas relacionadas con la robótica.	3.98	.928	4.32	.727	2.078	.039	.199
32. He participado en alguna actividad de formación relacionada con el uso de la robótica en el aula.	2.31	1.169	2.91	1.443	2.690	.008	.222
37. La robótica da pie a la creación de nuevos entornos de aprendizaje (interacción alumnado –ordenador – robot –profesor/a).	4.28	.846	4.59	.609	2.073	.039	.205
38. La robótica da pie a la creación de un ambiente de aprendizaje lúdico.	4.32	.830	4.65	.597	2.627	.011	.222
39. La robótica potencia el desarrollo de la creatividad del alumnado.	4.34	.857	4.68	.535	2.201	.029	.231

En cuanto a los años de servicio no se observaron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los ítems del instrumento.

En las posibles relaciones entre las variables sociodemográficas del instrumento (Ver Tabla 6) se pudo observar que existen relaciones estadísticamente significativas entre innovación y emprendimiento ($r=.590$; $p<.05$); entre innovación y robótica ($r=.550$; $p<.05$); y entre emprendimiento y robótica ($r=.617$; $p<.05$). Los resultados muestran que las personas que son más innovadoras tienden a tener un espíritu emprendedor más pronunciado, y que aquellas con un alto espíritu emprendedor también están interesados en la tecnología de la robótica. Estas relaciones advierten posibles áreas de enfoque para el desarrollo profesional y la formación, así como la identificación de perfiles de personas con aptitudes específicas en los ámbitos de la innovación, el emprendimiento y la robótica. Sin embargo, es importante recordar que la correlación no implica causalidad, por lo que se requieren más investigaciones para comprender completamente las interacciones entre estas variables.

Tabla 6

Correlaciones entre distintas variables examinadas según la respuesta de profesores.

	Sexo	Edad	Años_exp.	Capacitación	Innovación	Emprendim.	Robótica
Sexo		.043	.032	.099	.027	.073	.068
Edad			.869**	-.049	-.067	-.038	.001
Años_exp.				-.022	-.046	-.042	-.020
Capacitación					.080	.102	.109
Innovación						.590**	.550**
Emprendim.							.617**
Robótica							-----

4. DISCUSIÓN

En relación con el primer objetivo de investigación, los resultados evidencian una sólida convicción por parte de los profesores sobre la importancia de la innovación pedagógica para el éxito de los estudiantes. Esta convicción está alineada con las ideas expuestas por Neira y Pulgarin (2021), quienes argumentan que la innovación educativa es una herramienta fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje para mejorar la educación. El énfasis en que un modelo didáctico innovador puede desarrollar competencias en cualquier asignatura sugiere la influencia de las teorías interdisciplinarias de la educación, como las presentadas por Moreno et al. (2024). Sin embargo, la percepción baja respecto al desarrollo profesional que promueve la reflexión e innovación señala una preocupación significativa. Esto coincide con las preocupaciones planteadas por Carrera-León (2021) sobre la necesidad de una formación docente efectiva y continua para fomentar prácticas innovadoras y mejorar la calidad de la educación.

Respecto al emprendimiento, los resultados revelan un fuerte respaldo a la idea de que el desarrollo de competencias en emprendimiento es beneficioso para el futuro laboral de los

estudiantes. La percepción de que esta formación debería comenzar desde edades tempranas y a través de proyectos educativos productivos coincide con la noción de que el espíritu emprendedor puede cultivarse desde la infancia (Torres y Rincón, 2024; Hameed y Irfan, 2019). Sin embargo, la moderada creencia en el liderazgo de los profesores en emprendimiento e innovación señala un área donde se podría aplicar el concepto de autoeficacia docente (Orellana, 2020) para aumentar la confianza y la competencia de los profesores en esta área.

En cuanto a la robótica educativa se evidencia un respaldo general a la inclusión de la robótica en la enseñanza obligatoria, especialmente en la educación primaria. Esto está en línea con las teorías de Lorenzo et al. (2024), quien argumentó que la tecnología puede mejorar el aprendizaje, movilidad y autonomía desde una edad temprana. La ambigüedad sobre si la robótica debiese introducirse en el aula o en actividades extracurriculares refleja la necesidad de un debate más profundo sobre las estrategias de implementación, un tema que ha sido discutido por Castro et al. (2022) y Pérez-Acosta y Mendoza-Moreno (2020). Además, las percepciones positivas sobre cómo la robótica enriquece el aprendizaje, promoviendo la creatividad y el trabajo colaborativo, están respaldadas por los aportes de Mallek et al. (2024).

En relación con el segundo objetivo, las disparidades de género en las percepciones indican la necesidad de abordar la equidad de género en la educación en estos campos. Esta preocupación está respaldada por la literatura existente, como los estudios de Van et al. (2023) y Assorbi (2023), que han destacado las desigualdades de género en el acceso y la participación en disciplinas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas). Esto subraya la importancia de fomentar la participación equitativa de mujeres y hombres en la formación y la implementación de enfoques innovadores y tecnológicos en el aula.

Los resultados relacionados con la capacitación enfatizan la influencia positiva que puede tener la formación continua en las percepciones y disposiciones de los profesores. Esto respalda la importancia de invertir en oportunidades de desarrollo profesional para fortalecer las competencias de los docentes y fomentar la innovación y la tecnología en la educación. La literatura existente, como los trabajos de Carrera-León (2021) y Fernández-Batanero et al. (2022), también han destacado la formación insuficiente en TIC y la necesidad de un desarrollo profesional efectivo y continuo para mejorar la calidad de la enseñanza.

En relación con el tercer objetivo del estudio, los hallazgos revelan relaciones significativas que requieren atención para comprender la dinámica entre innovación, emprendimiento y robótica. Los resultados muestran correlaciones estadísticamente significativas entre innovación y emprendimiento, entre innovación y robótica, y entre emprendimiento y robótica. Estos resultados sugieren que las personas con tendencias innovadoras tienden a mostrar un marcado espíritu emprendedor (Vera-Sagredo et al., 2024), y aquellos con una mentalidad emprendedora fuerte también manifiestan interés en la tecnología robótica (Mendoza et al., 2023). Estas relaciones señalan áreas potenciales para el desarrollo profesional y la formación, así como la identificación de perfiles individuales con habilidades específicas en los campos de la innovación, el emprendimiento y la robótica en América Latina (Torres y Rincón, 2024). Sin embargo, metodológicamente, es importante destacar que las correlaciones identificadas no implican relaciones de causalidad, sino que indican asociaciones entre variables que deben interpretarse con cautela, especialmente en estudios transversales, donde la recolección de datos en un único momento limita la posibilidad de establecer direccionalidad o efectos causales. Estas relaciones señalan áreas potenciales para el desarrollo profesional y la

formación, así como la identificación de perfiles individuales con habilidades específicas en los campos de la innovación, el emprendimiento y la robótica.

5. CONCLUSIONES

La investigación evidencia que los profesores valoran la innovación pedagógica, el emprendimiento y la robótica educativa como elementos clave en la educación del siglo XXI. Reconocen la importancia de la innovación para el éxito estudiantil, pero destacan los desafíos en su preparación profesional para implementar prácticas innovadoras. Respecto al emprendimiento, si bien se considera relevante para el futuro laboral de los estudiantes, los docentes perciben limitado su liderazgo en este ámbito, lo que sugiere la necesidad de formación específica. En cuanto a la robótica educativa, se respalda su integración en la enseñanza obligatoria, especialmente en primaria, aunque persisten dudas sobre su implementación en el aula frente a actividades extracurriculares.

Estos hallazgos resaltan la importancia de invertir en el desarrollo profesional continuo del profesorado para fortalecer su disposición hacia enfoques innovadores. Es necesario diseñar programas formativos integrales que fomenten competencias en innovación, emprendimiento y robótica educativa, promoviendo al mismo tiempo la equidad de género en estos campos. Asimismo, se proyecta que los docentes desempeñen un rol activo como agentes de cambio, con un enfoque colaborativo junto a instituciones educativas y formuladores de políticas, para diseñar estrategias que impulsen una educación más inclusiva, tecnológica y adaptada a las demandas del futuro.

A pesar de los valiosos aportes proporcionados por esta investigación, es importante reconocer ciertas limitaciones como las percepciones autorreportadas de profesores mediante encuestas, lo que podría llevar a sesgos. La procedencia exclusiva de los participantes de una única región del país y el tamaño limitado de la muestra podrían limitar la generalización de los resultados. El enfoque cuantitativo no permite explorar en profundidad las razones detrás de las percepciones de los profesores. El estudio establece bases para futuras investigaciones, sugiriendo la necesidad de investigaciones cualitativas para profundizar en las experiencias de los profesores en la integración de innovación, emprendimiento y robótica. En última instancia, se proyecta la construcción de un entorno educativo más inclusivo y avanzado, preparado para los desafíos y oportunidades del siglo XXI, donde la innovación y la tecnología desempeñarán un papel central en la formación de ciudadanos y profesionales del futuro.

6. DECLARACIÓN ÉTICA

La investigación garantizó el cumplimiento de todas las normativas éticas relacionadas con la participación de seres humanos. Se obtuvo el consentimiento informado de los participantes, asegurando que comprendieran los objetivos, el carácter voluntario del estudio y su derecho a retirarse en cualquier momento. El protocolo fue aprobado por un comité de ética institucional, siguiendo estándares éticos reconocidos. Respecto al manejo de datos personales, se respetaron normativas internacionales como el RGPD, asegurando que la recolección,

almacenamiento y procesamiento de los datos se realizarán de forma segura y anónima, protegiendo así la privacidad y confidencialidad de los participantes.

7. FINANCIACIÓN

El estudio recibió apoyo de financiamiento nacional del proyecto “NET: Niños/as emprendedores tecnológicos” (2022-2023), a través del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) del Gobierno Regional del Biobío.

8. AGRADECIMIENTOS

Se agradece el financiamiento del proyecto “NET: Niños/as emprendedores tecnológicos” (2022-2023), a través del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) del Gobierno Regional del Biobío.

9. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización J.C.-N, curación de datos A.V.-S., análisis formal A.V.-S., adquisición de financiación J.C.-N., investigación J.C.-N., A.V.-S. y P.J.-C., metodología A.V.-S., administración del proyecto J.C.-N y P.J.-C., recursos J.C.-N., software A.V.-S., supervisión P.J.-C., validación A.V.-S., visualización A.V.-S.; redacción A.V.-S.—preparación del borrador original A.V.-S.; redacción—revisión y edición A.V.-S. y P.J.-C.

10. REFERENCIAS

- Assorbi, D. (2023). Reduciendo la brecha de género en STEM en América Latina ¿pasando a la acción? UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386465>.
- Barrera, H. (2024). Habilidades del Pensamiento Computacional y la Robótica Educativa en Estudiantes de Educación Inicial y Básica: Una Revisión Sistemática Desde la Literatura. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* 8(1), 8798-8809. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10209
- Bautista, D. (2021). Robótica educativa para el desarrollo de competencias STEM en docentes de formación posgradual en Bogota Colombia. [Tesis doctoral, Universidad Privada Norbert Wiener]. <https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/7565>
- Cabello, S., y Carrera, F. (2017). Diseño y validación de un cuestionario para conocer las actitudes y creencias del profesorado de educación infantil y primaria sobre la introducción de la robótica educativa en el aula. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 60, 1-22. <https://edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/871/pdf>
- Castro, A., Aguilera, C., y Chávez, D. (2022). Robótica educativa como herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en la formación universitaria de profesores de

- educación básica en tiempos de COVID-19. *Formación universitaria*, 15(2), 151-162. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062022000200151>
- Carrera-León, P. (2021). La innovación educativa en los centros educativos. *Polo del Conocimiento*, 6(2), 695-712. <https://dx.doi.org/10.23857/pc.v6i6.2780>
- Comisión Europea (2019). *Entrepreneurship Education in Europe: Fostering Entrepreneurial Mindsets through Education and Learning*. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ef48cf28-2227-11eb-9a29-01aa75ed71a1/language-en>
- Etzkowitz, H. (2020). *The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation in Action*. Routledge.
- Fernández-Batanero, J. M., Montenegro-Rueda, M., Fernández-Cerero, J., y García-Martínez, I. (2022). Digital competences for teacher professional development. Systematic review. *European Journal of Teacher Education*, 45(4), 513–531. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1827389>
- González, M.O., Gómez, H., Flores, J.M., y Huerta, P. (2020). Percepción docente de la importancia de integrar la robótica educativa en escuelas de nivel primaria. En M. Prieto, S. Pech y J. Angulo (Coord.), *Tecnología Innovación y Práctica Educativa* (pp. 83-93). CIATA.org-UCLM. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/7752983>
- Hameed, I., y Irfan, Z. (2019). Entrepreneurship education: a review of challenges, characteristics and opportunities. *Entrepreneurship Education*, 2, 135–148. <https://doi.org/10.1007/s41959-019-00018-z>
- Hu, L., y Bentler, P. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives *Structural Equation Modeling. A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Imbernón, F. (2024). Tendencias y retos internacionales en la formación permanente del profesorado para la innovación educativa. *RECIE. Revista Caribeña de Investigación Educativa*, 8(1), 215-229. <https://doi.org/10.32541/recie.2024.v8i1>
- Lorenzo Lledó, G., Lorenzo Lledó, A., Lledó Carreres, A., y Andreu Cabrera, E. (2024). Utilidad percibida de la robótica en el currículum de Educación Primaria para el alumnado con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo. *Revista Electrónica Interuniversitaria De Formación Del Profesorado*, 27(2), 111–122. <https://doi.org/10.6018/reifop.603741>
- Mallek, F., Mazhar, T., Faisal Abbas Shah, S., Ghadi, Y. Y., y Hamam, H. (2024). A review on cultivating effective learning: synthesizing educational theories and virtual reality for enhanced educational experiences. *PeerJ Computer Science*, 1–41. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.2000>
- Martínez Bonafé, J., y Rogero Anaya, J. (2021). El entorno y la innovación educativa. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 19(4), 71-81. <https://doi.org/10.15366/reice2021.19.4.004>
- Mazón, J., Martínez, J., y Martínez, A. (2009). La evaluación de la función docente mediante la opinión del estudiante. Un nuevo instrumento para nuevas dimensiones: COED. *Revista de*

- la Educación Superior, 38(149), 113-139.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602009000100006&lng=es&tlng=es
- Mendoza Pérez, M. A., Mendoza Pérez, C., Silverio García Ibarra, J. R., y Juárez Landin, C. (2023). Construcción del aprendizaje mediante proyectos de robótica con enfoque STEAM en estudiantes de ingeniería en computación. *GeSec: Revista de Gestao e Secretariado*, 14(9), 15151–15168. <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i9.2425>
- Mero, W., (2022). La innovación educativa como elemento transformador para la enseñanza en la unidad educativa “Augusto Solórzano Hoyos”. *Revista Educare*, 26(2). <http://portal.amelica.org/ameli/journal/375/3753481015/html/>
- Moreira-Arenas, A. (2021). Una respuesta a la pandemia: la innovación educativa en las escuelas chilenas. *Revista Saberes Educativos*, 7, 60-72. <https://doi.org/10.5354/2452-5014.2021.64184>
- Moreno, J., Mena, A., y Zerpa, L. (2024). Modelos de aprendizaje en la transición hacia la complejidad como un desafío a la simplicidad. *Sophia*, 36, 69-112. <https://doi.org/10.17163/soph.n36.2024.02>
- Neira, M., y Pulgarin, E., (2021). La Innovación Educativa como herramienta pedagógica en el proceso de enseñanza-aprendizaje en tiempos de pandemia de la Unidad Educativa Fiscal José Jesús Ocampo Salazar. *Digital Publisher CEIT*, 6(1), 96-120. <https://doi.org/10.33386/593dp.2021.1.425>
- Orellana, P. (2020). La construcción de sujetos en torno a la institucionalización de políticas públicas de género en Chile. *IQual. Revista de Género e Igualdad*, 3. <https://doi.org/10.6018/iqual.394251>
- Pérez-Acosta, G. X., y Mendoza-Moreno, M. A. (2020). Robótica educativa: propuesta curricular para Colombia. *Educación y Educadores*, 23(4), 577-595. <https://doi.org/10.5294/edu.2020.23.4.2>
- Rocha, R. (2013). Escala de Opinión de los Estudiantes sobre la Efectividad de la Docencia (EOEED) en Educación Superior. *Formación Universitaria*, 6(6), 13-22. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062013000600003>
- Rodríguez Torres, Á. F., Medina Nicolalde, M. A., Tapia Medina, D. A., y Rodríguez Alvear, J. C. (2022). Formación docente en el proceso de cambio e innovación en la educación. *Revista Venezolana De Gerencia*, 27(Especial 8), 1420-1434. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.8.43>
- Ruiz Cuéllar, G. (2021). Revisitando el país de la eficacia escolar. *Revista mexicana de investigación educativa*, 26(88), 7-18. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662021000100007
- Sánchez, E., Cózar, R., y González-Calero, J. (2019). Robótica en la enseñanza de conocimiento e interacción con el entorno. Una investigación formativa en Educación Infantil. *Revista*

Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 33(1), 11-28.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6986241>

Silva-Peralta, Y., Rompató, M. E., Pesce, N., Tassier, D., y Castaño, A. (2022). Estrategias de fomento al emprendimiento en la educación superior. Un análisis desde la perspectiva de estudiantes de pregrado universitarios. *REXE- Revista De Estudios Y Experiencias En Educación*, 21(46), 328–344. <https://doi.org/10.21703/0718-5162.v21.n46.2022.018>

Torres Zambrano, J. F., y Rincón Rueda, A. I. (2024). Los proyectos educativos productivos en la formación de la competencia emprendedora en colegios rurales. *Revista Uniandes Episteme*, 11(2), 257–269. <https://doi.org/10.61154/rue.v11i2.3493>

Traver-Martí, J., y Fernández-Berruero, R. (2016). Construcción y validación de un cuestionario de actitudes hacia la innovación educativa en la universidad. *Perfiles Educativos*, 38(151), 86-103. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2016.151.5.4917>

Van Wassenaer, N., Tolboom, J., y van Beekum, O. (2023). The Effect of Robotics Education on Gender Differences in STEM Attitudes among Dutch 7th and 8th Grade Students. *Education Sciences*, 13, 1-12. <https://doi.org/10.3390/educsci13020139>

Vera-Sagredo, A.J., Constenla-Núñez, J., Jara-Coatt, P., y Lasalle-Cordero, A. (2020). Emprendimiento e innovación en educación técnico profesional: percepción desde los docentes y directivos. *Revista Colombiana de Educación*, 1(79), 85-108. <https://doi.org/10.17227/rce.num79-8605>

Vera-Sagredo, A., Constenla-Núñez, J., y Jara-Coatt, P. (2022). Actitudes y capacidades frente a la innovación educativa: Desde la percepción de docentes y directivos de establecimientos educativos de la región del Biobío, Chile. *Entramado*, 18(2), 1-12 <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.8478>.

Vera-Sagredo, A., Constenla-Núñez, J., y Jara-Coatt, P. (2024). Percepción de los docentes chilenos de establecimientos Técnicos Profesionales sobre emprendimiento, innovación y gamificación. *Revista de Investigación Desarrollo e Innovación*, 14(1), 125–140. <https://doi.org/10.19053/uptc.20278306.v14.n1.2024.17539>









Para citar este artículo:

Vera-Sagredo, A., Constenla-Núñez, J. y Jara-Coatt, P. (2024). Estudio exploratorio de autopercepción docente sobre robótica y labor educativa en educación primaria: aportes a la innovación y el emprendimiento. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (90), 1-18. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.90.3545>



Aprendizaje conceptual de las leyes de Newton mediante secuencias didácticas con simulaciones en realidad aumentada

Conceptual learning of Newton's laws through didactic sequences with augmented reality simulations

-   Francisco Aguilar Acevedo (F.A.A); Universidad Anáhuac Puebla (México)
-   Jesús Alberto Flores Cruz (J.A.F.C); Instituto Politécnico Nacional (México)
-   Daniel Pacheco Bautista (D.P.B); Universidad del Istmo (México)
-   Efraín Dueñas Reyes (E.D.R); Universidad del Istmo (México)

RESUMEN

La redefinición de experiencias de aprendizaje a través de la tecnología de realidad aumentada requiere de una visión amplia del proceso, que particularmente en el caso de la enseñanza de las ciencias, permita vincular las posibilidades de visualizar fenómenos de difícil observación o reproducción con actividades que respondan a objetivos didácticos específicos. Así, en este artículo se presentan los pormenores de una intervención apoyada con simulaciones en realidad aumentada orientadas a la enseñanza de las leyes de Newton, en el marco de dos secuencias didácticas propuestas. Bajo un esquema cuasi-experimental y un diseño pre-test y post-test, se hizo uso de un cuestionario sobre el concepto de fuerza para valorar el aprendizaje conceptual. Se muestran los resultados de la estimación del índice de dificultad de los ítems y la ganancia relativa de aprendizaje, obteniendo una diferencia favorable para el grupo experimental, particularmente en la equidad en el aprendizaje. Finalmente, se presentan algunos hallazgos notables sobre el uso de las secuencias didácticas propuestas.

ABSTRACT

Redefinition of learning experiences through augmented reality technology requires a broad vision of the process, which in the case of science teaching allows linking the possibilities of visualizing phenomena difficult to observe or reproduce with activities that respond to specific didactic objectives. Thus, this article presents the details of a supported intervention with augmented reality simulations for teaching Newton's laws, within the framework of two proposed didactic sequences. Under a quasi-experimental scheme and a pre-test and post-test design, a questionnaire on the concept of force was used to assess conceptual learning. Results of the item difficulty index and the relative learning gain are shown, obtaining a favourable difference for the experimental group, particularly in equity in learning. Finally, notable some findings regarding the use of proposed didactic sequences are presented.

PALABRAS CLAVE - KEYWORDS

Aprendizaje Conceptual, Secuencias Didácticas, Simulaciones en Realidad Aumentada, Leyes de Newton
Conceptual Learning, Didactic Sequences, Augmented Reality Simulations, Newton's Laws



1. INTRODUCCIÓN

La adopción de las tecnologías virtuales en la educación ha tenido un crecimiento exponencial durante los últimos años, especialmente en la enseñanza y el aprendizaje a nivel superior (Kamińska et al., 2023), siendo las aplicaciones para dispositivos móviles las de mayor uso (Al-Ansi et al., 2023), y las clases de física, biología (Faria y Miranda, 2024; Permana et al., 2024) y el aprendizaje de idiomas extranjeros los campos más recurrentes de aplicación (Koumpouros, 2024). En este sentido, para Dolenc et al. (2024) la realidad aumentada representa un puente entre el aprendizaje usando medios convencionales y digitales, al ofrecer experiencias de aprendizaje interactivas que posibilitan la optimización de los procesos educativos (Criollo-C et al., 2024).

Así, en la actualidad las tecnologías como la realidad aumentada y virtual permiten recrear escenarios de la vida real, emplear entornos de aprendizaje inmersivos y brindar a los estudiantes experiencias prácticas que buscan cerrar la brecha entre la teoría y la práctica, al enriquecer los materiales didácticos hasta hace algunos años estáticos (Al-Ansi et al., 2023; Novita, 2023). En este sentido, la realidad aumentada se presenta como un medio viable para abordar los desafíos asociados con la educación científica, como lo son las dificultades para comprender conceptos abstractos y complejos, y la falta de equipos de laboratorio (Nikou, 2024). Sin embargo, es de señalar que la misma tecnología pueden llevar a los participantes a prestar mayor atención a los detalles secundarios que a la propia construcción del conocimiento (Vidak et al., 2024), lo cual, si no se maneja adecuadamente en los escenarios escolares, podría obstaculizar el aprendizaje.

No obstante, el proceso de integración de la realidad aumentada en el ámbito de la educación es complejo y abarca numerosas facetas, que van desde su alineación con los objetivos educacionales hasta la disposición de recursos tecnológicos de las instituciones (Zamahsari et al., 2024). Desde esta perspectiva, para AlGerafi et al. (2023) es necesario priorizar el diseño pedagógico, la capacitación de los docentes y el acceso equitativo a la tecnología. Mientras para Lampropoulos et al. (2022), su integración no solo debe seguir estrategias y enfoques educativos adecuados, sino también tener en cuenta las características únicas de los participantes. En el mismo sentido, para Garzón et al. (2020), la contribución de la realidad aumentada en la mejora del aprendizaje de los estudiantes, dependen de diversos factores como lo son las características pedagógicas de la intervención, el método y entorno de aprendizaje, la duración de la intervención, entre otros. No obstante, como señalan Kalemkuş y Kalemkuş (2022), para el caso de cursos de ciencias, la mejora del rendimiento de los estudiantes suele ser marcada como moderada o nula hasta este momento.

Así, el objetivo de este estudio se centra en valorar el aprendizaje conceptual que genera una intervención educativa apoyada de un simulador en realidad aumentada desarrollado por Aguilar et al. (2022), en el marco de dos secuencias didácticas propuestas, con la intención de que dicha intervención se encuentre regulada y controlada mediante una planeación detallada, una para analizar el movimiento de un cuerpo bajo los preceptos de la primera ley de Newton y otra para aplicar el concepto de fricción estática a un objeto en reposo sobre un plano inclinado. Se presenta el método empleado para la intervención, y los resultados obtenidos de la aplicación de un cuestionario sobre el concepto de fuerza usado para estimar el aprendizaje conceptual a través del índice de dificultad de los ítems y la ganancia relativa de aprendizaje.

Finalmente se presentan hallazgos relevantes sobre la intervención al usar las secuencias didácticas propuestas.

2. MÉTODO

El estudio se llevó a cabo bajo un diseño cuasi-experimental, utilizando una población pequeña y finita de estudiantes de primer ciclo de ingeniería. La variable independiente simulador en realidad aumentada, se dio en dos grados/categorías (presencia/ausencia). La variable dependiente, el aprendizaje conceptual, se midió mediante un diseño pre-test y post-test, utilizando un subconjunto de 19 preguntas del Cuestionario sobre el Concepto de Fuerza (FCI, Force Concept Inventory) relacionadas con las leyes de Newton, y basado en el trabajo de Aguilar et al. (2023). El instrumento que es referenciado en este texto como test FCI-19, categoriza el aprendizaje de conceptual de las leyes de Newton en tres subconjuntos de 7, 7 y 5 preguntas.

El pre-test fue administrado antes de la intervención para evaluar el nivel inicial de comprensión de los estudiantes sobre las leyes de Newton, mientras que el post-test se aplicó después de la intervención para medir el aprendizaje alcanzado. La aplicación del instrumento permitió comparar el cambio en el desempeño de los estudiantes en función de la presencia o ausencia del simulador de realidad aumentada.

En el caso de la muestra de participantes, esta consistió en 30 estudiantes de las carreras de Ingeniería Química y en Computación en una universidad pública en México, agrupados en dos grupos sin asignación aleatoria, lo que represento una muestra por conveniencia de 14 (7 mujeres y 7 hombres) estudiantes de Ingeniería Química para el grupo de control y 16 (3 mujeres y 13 hombres) estudiantes de Ingeniería en Computación para el grupo experimental. Los estudiantes del grupo de control se encontraban inscritos en la asignatura de Mecánica Clásica, mientras los del grupo experimental cursaban la asignatura de Física para Ingeniería. En ambas asignaturas se contemplan una unidad denominada "Dinámica", bajo la cual se trata el tema de leyes de Newton. Es de mencionar que, los 30 estudiantes que conformaron estos grupos representaron el 64% (30/47) de la población de estudiantes "activos" de primer ciclo universitario que cursaban una asignatura introductoria a la Física, y cuyo número corresponde a una muestra estadísticamente significativa (de 29 participantes) para un nivel de confianza del 90% ($z = 1.65$) y un margen de error del 10%. Cabe señalar que los grupos citados eran equiparables en tamaño.

Respecto a los test FCI-19, estos fueron aplicados al inicio y fin de la presentación del tema "Aplicaciones de la Leyes de Newton", existente en el temario de la asignatura de ambos grupos. El cuestionario fue aplicado de forma individual a través de cuestionarios impresos, con un tiempo de duración de 30 minutos. En el caso del grupo experimental el uso del simulador en realidad aumentada se realizó a través de dos secuencias didácticas propuestas, una para el análisis del movimiento de un cuerpo bajo los preceptos de la primera ley de Newton y otra para la aplicación del concepto de fricción estática a un objeto en reposo sobre un plano inclinado. En las Tablas 1 y 2 se presenta la descripción de las secuencias didácticas mencionadas, etiquetas como SD1 y SD2.

Tabla 1

Secuencia didáctica SD1

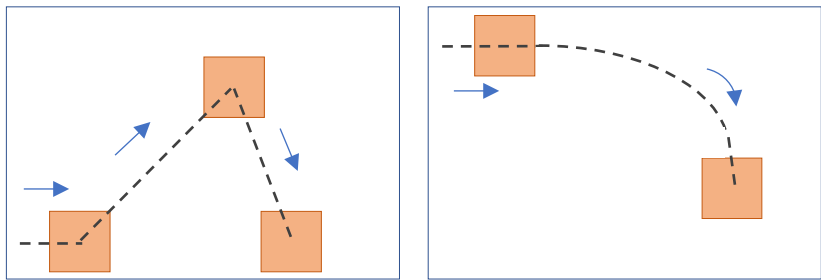
Generalidades		
Curso:	Física para Ingeniería	
Unidad / Tema:	Dinámica / Aplicaciones de las leyes de Newton	
Objetivo de aprendizaje:	Analizar el movimiento de un cuerpo bajo los preceptos de la primera ley de Newton.	
Sustentación teórica:	<p>Primera ley de Newton</p> <p>Experimentos demuestran que, <i>si no actúa ninguna fuerza neta sobre un cuerpo</i>, este permanecerá en reposo o se moverá con velocidad constante en línea recta. Una vez que un cuerpo está en movimiento, no se requiere una fuerza neta para mantenerlo en movimiento. Esta observación es conocida como la primera ley del movimiento de Newton, y se puede enunciar como: <i>Un cuerpo sobre el que no actúa una fuerza neta se mueve con velocidad constante (que puede ser cero) y aceleración cero</i> (Young y Freedman, 2018).</p> <p>La tendencia de un cuerpo a seguir moviéndose una vez iniciado su movimiento es resultado de una propiedad llamada inercia. Cabe destacar que, bajo estos supuestos, el cuerpo puede representarse adecuadamente como una partícula puntual. Si el cuerpo tiene un tamaño finito, también se debe considerar en qué parte del cuerpo se aplican las fuerzas.</p>	
Recursos:	Simulador en realidad aumentada móvil <i>Newton RA</i> instalado en el dispositivo móvil de los participantes y marcador para simulación del movimiento del objeto en un plano horizontal.	
Secuencia didáctica		
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rescatar conocimientos previos de los estudiantes sobre el tema de Superposición de fuerzas, mediante una discusión guiada. ➤ Presentar la información preliminar acerca del tema de la <i>Primera ley de Newton</i> (sustentación teórica). 	30 minutos
Desarrollo	<p><i>Estrategia de aprendizaje basado en simulación</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Formar equipos de estudiantes (de acuerdo a la disposición de dispositivos móviles y el tamaño del grupo). 2. Los estudiantes harán uso de la aplicación móvil la cual consiste en un simulador basado en tecnología de RA denominada <i>Newton RA</i> y que fue desarrollada por los autores específicamente para esta intervención, así como del marcador correspondiente, para "activar" la simulación del movimiento del objeto en un plano horizontal, modificando el parámetro relacionado con los materiales para el objeto/plano seleccionando "sin fricción", y estableciendo un valor de masa y fuerza. Permitir a los estudiantes interactuar con el objeto virtual, al "golpear" las paredes de cubo, remarcando el hecho que no existe fricción entre las superficies, por lo que tras "golpear" el objeto con una fuerza impulsiva, este presentara un movimiento a velocidad constante, que ejemplifica la primera ley de Newton. Es de señalar, que la colisión de objeto con la pared corresponde a la de un choque inelástico, por lo que el objeto no rebota, y se detendrá al hacer contacto con la pared. 3. A continuación, se le presentará a los estudiantes dos esquemas de movimiento (a manera de desafío), las cuales deberán de reproducir mediante el simulador, modificando parámetros y "golpeando" el objeto virtual. 	45 minutos
		
	Esquemas de movimiento para un objeto sobre el que actúa una fuerza neta igual a cero.	
	<p>Los estudiantes demostraran que, una vez que el objeto está en moviendo, una nueva fuerza impulsiva cambiará su rapidez, su dirección o ambas, dependiendo de la dirección de la fuerza. Al ser cero la fuerza neta (no hay fricción) que actúa sobre el objeto un instante después de la aplicación de la fuerza, el objeto mostrara una velocidad constante en su movimiento.</p>	
Cierre	Examinar los resultados obtenidos por cada grupo de estudiantes, indagando las distintas formas mediante las cuales pudieron realizar los movimientos "desafío" de la etapa de desarrollo, retroalimentando la experiencia desde la sustentación teórica de la primera ley de Newton.	15 minutos

Tabla 2

Secuencia didáctica SD2

Generalidades	
Curso:	Física para Ingeniería
Unidad / Tema:	Dinámica / Aplicaciones de las leyes de Newton
Objetivo de aprendizaje:	Aplicar el concepto de fricción estática a un objeto en reposo sobre un plano inclinado
Sustentación teórica:	<p>Determinación experimental de μ_s</p> <p>Un método simple para medir coeficientes de fricción, es colocar un bloque sobre una superficie rugosa inclinada en relación con la horizontal, aumentando el ángulo de inclinación hasta que el bloque comienza a moverse, obteniendo de esta forma el ángulo crítico al que comienza a ocurrir el desplazamiento, y relacionamiento este con un modelo de partícula en equilibrio representado a través del diagrama de cuerpo libre mostrado a continuación (Serway y Jewett, 2018).</p>
<p>Diagrama de cuerpo libre para objeto sobre un plano inclinado.</p> <p>Las fuerzas externas que se ejercen sobre un bloque que se encuentra sobre un plano inclinado “rugoso” son la fuerza gravitacional, la fuerza normal y la fuerza de fricción. De este modo, escribiendo las leyes de Newton para el sistema estático en forma de componentes, el ángulo crítico se puede definir como $\theta = \arctan \mu_s$.</p>	
Recursos:	Simulador en realidad aumentada móvil <i>Newton RA</i> instalado en el dispositivo móvil de los participantes y marcador impreso para simulación del movimiento del objeto en un plano inclinado.
Secuencia didáctica	
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rescatar conocimientos previos de los estudiantes sobre el tema de <i>Leyes de Newton</i>, mediante una discusión guiada. 30 minutos ➤ Presentar la información acerca del tema de <i>Fuerzas de fricción</i> (sustentación teórica), haciendo hincapié en la determinación experimental del coeficiente de fricción estática.
Desarrollo	<p><i>Estrategia de aprendizaje basado en simulación</i> 45 minutos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Formar equipos de estudiantes (de acuerdo a la disposición de dispositivos móviles y el tamaño del grupo). 2. Utilizando la ecuación $\theta = \arctan \mu_s$, los estudiantes calcularán el ángulo crítico suponiendo un coeficiente de fricción estático μ_s de 0.58, el cual puede ser atribuido al contacto entre superficies de madera (Wilson et al., 2007). 3. Los estudiantes harán uso de la aplicación móvil y el marcador correspondiente, para “activar” la simulación del movimiento del objeto en un plano inclinado, modificando el parámetro relacionado con los materiales para el objeto/plano seleccionando la opción “madera-madera”, y utilizando los controles de inclinación del plano para identificar el intervalo del ángulo de inclinación donde se genera el movimiento del objeto. Una vez identificado el intervalo ángulo, los estudiantes obtendrán el valor medio, y despejando de la ecuación $\theta = \arctan \mu_s$ calcularán el coeficiente de fricción estática. 4. Haciendo uso de un objeto de madera de al menos una superficie plana (un cubo de preferencia), los estudiantes reproducirán el experimento virtualizado a través de aplicación, haciendo uso de una mesa o butaca de madera, y estimando el ángulo de inclinación mediante una aplicación como <i>Simple Inclinator</i>, <i>Angle Inclination</i> o <i>Angle Meter</i>, disponibles en Google Play. Una vez medido el ángulo, los estudiantes calcularán el coeficiente de fricción estática, despejando de la ecuación $\theta = \arctan \mu_s$.
Cierre	<p><i>Cuestionario</i> 15 minutos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cuál fue el ángulo crítico y el coeficiente de fricción estática para cada una de las situaciones? 2. Si existieran diferencias entre los valores, ¿entre qué resultados se obtuvieron las mayores diferencias, y por qué cree que existen?

3. RESULTADOS

En la Tabla 3 y la Figura 1 se presentan los resultados globales obtenidos en la aplicación del inventario FCI-19, los cuales evidencian un contraste significativo entre el grupo experimental y el grupo control. El análisis muestra una media de aciertos superior para el grupo experimental, lo que presupone una mejor comprensión de los conceptos evaluados. En este sentido, una prueba t ($t=0.85$) sobre el número de aciertos en el pos-test para ambos grupos, permitió verificar que las medias de los grupos son significativamente diferentes, siendo la del grupo experimental significativamente mayor. Este hallazgo sugiere que las estrategias didácticas implementadas para el grupo experimental tuvieron un impacto positivo en su desempeño.

Un aspecto relevante es la menor dispersión de los datos en el grupo experimental, lo que indica que hubo menos variabilidad entre los estudiantes en términos de su rendimiento. Este resultado sugiere una mayor equidad en el aprendizaje dentro de este grupo, ya que los estudiantes tuvieron un desempeño más homogéneo. En contraposición, el grupo control mostró una mayor dispersión, lo que refleja una mayor heterogeneidad en sus resultados.

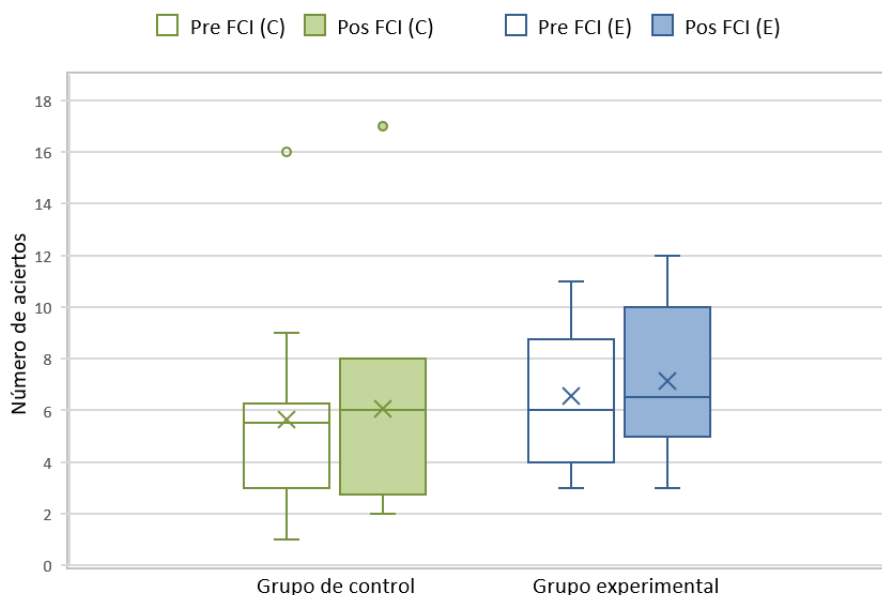
Tabla 3

Media de aciertos, varianza y desviaciones estándares para el test FCI-19

Grupo	Tipo de test	Media de Aciertos (MA)	Varianza	DE
Experimental	Pre-test	6.563	6.663	2.581
	Pos-test	7.125	8.250	2.872
Control	Pre-test	5.643	13.324	3.650
	Pos-test	6.071	15.148	3.892

Figura 1

Número de aciertos pre-FCI y pos-FCI de los grupos de control y experimental



Cabe destacar el resultado atípico identificado en el grupo control, visible en la Figura 1. Aunque este dato no sigue la tendencia general del grupo, es importante mencionarlo porque podría estar relacionado con factores externos que no fueron controlados en el experimento. No obstante, a pesar de este dato atípico, la tendencia general en ambos grupos sugiere una mejora en el aprendizaje, aunque dicha mejora es más pronunciada y consistente en el grupo experimental. Esto refuerza la hipótesis de que la intervención didáctica utilizada en este grupo contribuyó de manera más eficaz al logro de los objetivos de aprendizaje.

En la Tabla 4 se presenta una comparativa del índice de dificultad por ítem, definido como la relación entre el número de aciertos y el total de estudiantes evaluados (Hurtado, 2018). Este índice es fundamental para evaluar el nivel de dificultad de cada ítem y clasificarlo de acuerdo con la escala propuesta por Ortiz et al. (2015). Según esta clasificación, los ítems pueden ser considerados Difíciles (índice menor de 0.40), Medianamente Difíciles (entre 0.40 y 0.50), de dificultad Media (entre 0.51 y 0.80), Medianamente Fáciles (entre 0.81 y 0.90), y Fáciles (entre 0.91 y 1.00).

Es importante destacar que, a menor índice, mayor será la dificultad del ítem, lo que refleja un menor número de estudiantes que respondieron correctamente. Este análisis permite no solo identificar los ítems que presentaron mayores dificultades, sino también aquellos que fueron más accesibles para los estudiantes, proporcionando así una visión más detallada del rendimiento por ítem. Esta información es valiosa para ajustar futuras intervenciones pedagógicas y diseñar estrategias que atiendan las áreas donde los estudiantes mostraron mayores desafíos.

Tabla 4

Índice de dificultad por ítem

LN	Pregunta en el FCI-19	Grupo de control						Grupo experimental					
		Pre-test		Pos-test		Diferencia	Pre-test		Pos-test		Diferencia		
	4	0.69	M	0.63	M	-0.06	0.75	M	0.81	↓	MF	+0.06	
	5	0.44	MD	0.56	↓	M	+0.13	0.50	MD	0.63	↓	M	+0.13
	6	0.38	D	0.38	D	0.00	0.50	MD	0.63	↓	M	+0.13	
1era.	8	0.19	D	0.06	D	-0.13	0.19	D	0.31	D	D	+0.12	
	9	0.44	MD	0.38	↑	D	-0.06	0.81	MF	0.81	MF	0.00	
	12	0.06	D	0.13	D	+0.06	0.31	D	0.25	D	D	-0.06	
	14	0.06	D	0.19	D	+0.13	0.44	MD	0.50	MD	MD	+0.06	
	1	0.50	MD	0.38	↑	D	-0.13	0.56	M	0.44	↑	MD	-0.12
	7	0.25	D	0.19	D	-0.06	0.38	D	0.25	D	D	-0.13	
	13	0.13	D	0.19	D	+0.06	0.25	D	0.13	D	D	-0.12	
2da.	15	0.38	D	0.56	↓	M	+0.19	0.50	MD	0.69	↓	M	+0.19
	16	0.06	D	0.19	D	+0.13	0.00	D	0.13	D	D	+0.13	
	17	0.00	D	0.06	D	+0.06	0.06	D	0.06	D	D	0.00	
	18	0.19	D	0.06	D	-0.13	0.31	D	0.31	D	D	0.00	

LN	Pregunta en el FCI-19	Grupo de control					Grupo experimental				
		Pre-test		Pos-test		Diferencia	Pre-test		Pos-test		Diferencia
	2	0.19	D	0.13	D	-0.06	0.13	D	0.25	D	+0.12
	3	0.13	D	0.19	D	+0.06	0.19	D	0.06	D	-0.13
3era.	10	0.19	D	0.25	D	+0.06	0.19	D	0.31	D	+0.13
	11	0.50	MD	0.50	MD	0.00	0.38	D	0.38	D	0.00
	19	0.25	D	0.31	D	+0.06	0.13	D	0.19	D	+0.06

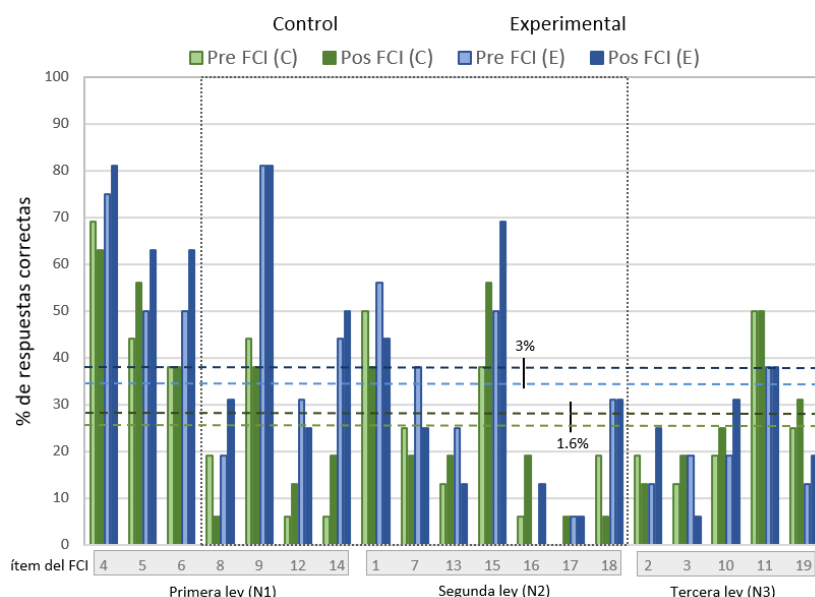
Nota. ↑ incremento, ↓ disminución de la valoración del índice de dificultad

En la Figura 2 se ilustra la dificultad por ítem mediante el porcentaje de respuestas correctas, permitiendo observar el desempeño de los estudiantes en los pre-test y pos-test. Los resultados muestran que en el grupo control el porcentaje promedio de respuestas correctas fue de 26.5% en el pre-test y de 28.1% en el pos-test, lo que representa una mejora del 1.6%. En el grupo experimental, los promedios fueron de 34.6% en el pre-test y de 37.6% en el pos-test, evidenciando una mejora del 3.0%. Es de observar que, ambos grupos presentaron su más bajo desempeño para el conjunto de preguntas relacionadas con la tercera ley de Newton.

Estas diferencias, aunque pequeñas, reflejan una mejora en ambos grupos, siendo más pronunciada en el grupo experimental. Esto sugiere que la intervención aplicada en este grupo tuvo un efecto positivo, incrementando el porcentaje de aciertos en mayor medida en comparación con el grupo control. La información proporcionada por la Figura 2 es crucial para entender cómo varió la dificultad de los ítems antes y después de la intervención, y cómo el grupo experimental mostró un mayor avance en su aprendizaje.

Figura 2

Porcentaje de respuestas correctas por ítem para los grupos de control y experimental

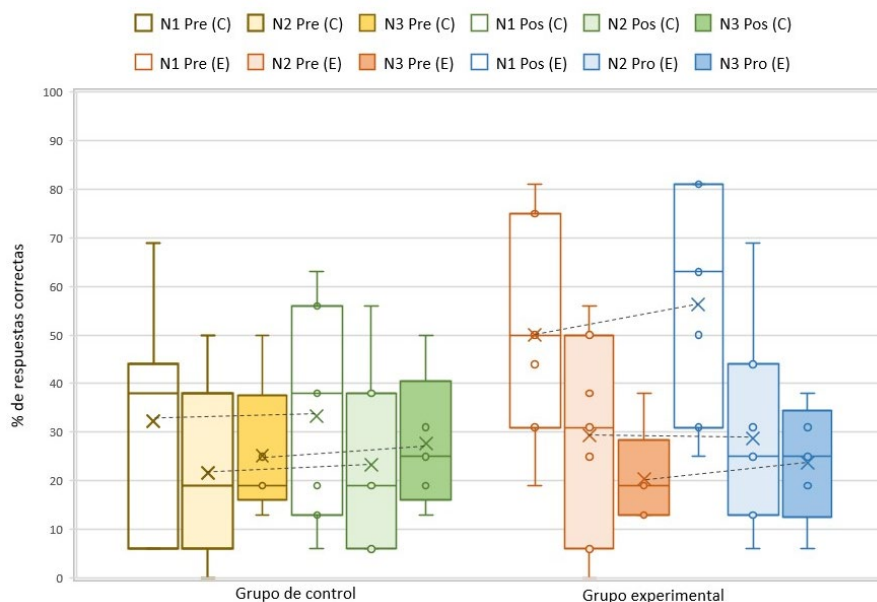


En el mismo sentido, en la Figura 3 se presentan los resultados por conjunto de preguntas relacionadas con la primera, segunda y tercera ley de Newton, y etiquetados como N1, N2 y

N3, respectivamente. Como se observa, para el caso de grupo de control las medias por grupo no presentan cambios significativos. Por otra parte, en el grupo experimental se observan diferencias de desempeño son más notorias para conjunto de preguntas relacionadas con la primera ley de Newton, mientras que se denota una menor dispersión en los resultados para las preguntas de la segunda ley de Newton.

Figura 3

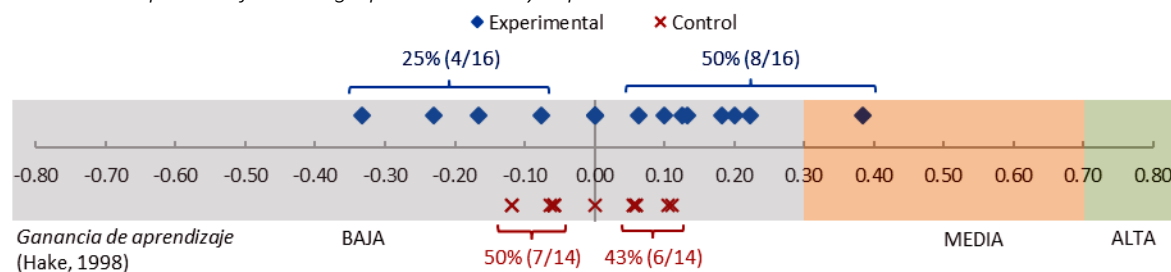
Resultados por conjunto de preguntas para los grupos de control y experimental



En la Figura 4 se presenta gráficamente la ganancia relativa de aprendizaje conceptual, según la metodología propuesta por Hake (1998). Esta medida permite evaluar el incremento en el conocimiento de los estudiantes tras la intervención educativa. Los resultados muestran que el porcentaje de estudiantes con una ganancia positiva es significativamente mayor en el grupo experimental en comparación con el grupo control, lo que indica una mejora más sustancial en el aprendizaje conceptual de los estudiantes que participaron en el grupo experimental. En el mismo sentido, es posible observar que las ganancias individuales en el grupo experimental son, en su mayoría, superiores a las observadas en el grupo control. Esto sugiere que la intervención didáctica aplicada al grupo experimental no solo fue más efectiva para generar mejoras en el aprendizaje, sino que también favoreció una distribución más uniforme de dichas mejoras entre los estudiantes, lo cual es un indicador de un impacto más profundo y equitativo en el proceso de adquisición de conocimientos.

Figura 4

Ganancia de aprendizaje de los grupos de control y experimental



4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Considerando la valoración del índice de dificultad por ítem presentado en la Tabla 4, para el grupo de control el 10% (2/19) de los ítems disminuyeron en dificultad (\downarrow), mientras que para el grupo de experimental lo hicieron el 21% (4/19). Solo el ítem identificado como 1 mostró un incremento (\uparrow) en su dificultad para ambos grupos. En lo que respecta a los cambios en el índice de dificultad, se puede observar que para el grupo control el 37% (7/19) de los ítems presentaron una diferencia negativa en su índice de dificultad, es decir los ítems fueron percibidos como más difíciles, y el 10% (2/19) no mostró cambios, mientras para el grupo experimental el 26% (5/19) tuvieron una diferencia negativa y el 21% (4/19) no presentó cambios. Es de indicar que, para ambos grupos el 53% (10/19) de los ítems presentaron una diferencia positiva, es decir fueron vistos como más fáciles. De la misma forma, la diferencia entre la mejora del porcentaje de respuestas correctas es de solo el 1.4% a favor del grupo experimental.

En el mismo sentido, es de señalar que ambos grupos de estudiantes, presentaron su más bajo desempeño para el conjunto de preguntas relacionadas con la tercera ley de Newton, lo que coincide con otros estudios que señalan las dificultades de los estudiantes para interpretar el principio de acción y reacción (Mongan et al., 2020; Serhane et al., 2023). En contraposición, el conjunto de preguntas de la primera ley Newton presentó la mejor diferencia de desempeño tras la intervención con realidad aumentada, lo que puede atribuirse en parte a las características propias del simulador empleado, lo que podría ser explorado en un estudio más amplio. Por otra parte, si bien los porcentajes de respuestas correctas son bajos, de acuerdo con Artamónova et al. (2017) estos se encuentran dentro del rango asociado a estudiantes universitarios novatos.

Respecto a la ganancia relativa de aprendizaje conceptual, es de indicar que, a excepción de un caso para el grupo experimental, los participantes de ambos grupos mostraron una ganancia de aprendizaje baja, he incluso un déficit en su aprendizaje en algunos casos, déficit que resulto más notorio y disperso para el grupo de control.

Aunado a los resultados obtenidos sobre el aprendizaje conceptual, es posible listar algunas particularidades de la implementación de las secuencias didácticas descritas en las Tablas 1 y 2, mediante las cuales se puso en práctica el uso del simulador en realidad aumentada.

- a) En el desarrollo de la secuencia etiquetada como SD1, se observó que, aunque cada estudiante disponía de su propio marcador para realizar las simulaciones, dentro de los equipos de trabajo, frecuentemente optaron por compartir un solo marcador. Esto facilitó el intercambio de ideas sobre el movimiento del objeto y el efecto de los parámetros de simulación, destacando el componente colaborativo asociado al uso de tecnologías de realidad aumentada (Garzón et al., 2020; Radu y Schneider, 2023). Durante la actividad denominada 'desafío', correspondiente a esta secuencia, fue evidente la disposición de los estudiantes para cumplir con los objetivos de movimiento establecidos, lo que condujo a una participación activa por parte de todos los integrantes. Diversas investigaciones atribuyen este tipo de actitud al uso de estas tecnologías (Gómez-Rios et al., 2023; Cao y Yu, 2023).
- b) En lo que concierne a las respuestas del cuestionario de la actividad de cierre de la secuencia SD2. Respecto a la pregunta 1. *¿Cuál fue el ángulo crítico y el coeficiente de fricción estática para cada una de las situaciones?*, los alumnos coincidieron con los valores teóricos (30.1°, 0.57) y de simulación (32.5°, 0.63) para el ángulo crítico y coeficiente de fricción, con diferencias en la estimación del valor experimental, tal como se muestra en la Tabla 5.

En de indicar que las diferencias ente valor teórico y de simulación corresponden a las características de los controles del interfaz de permiten una variación en la inclinación del plano de $\pm 5^\circ$, por lo que el estudiante en primera instancia deberá inferir que el programa considera un coeficiente de fricción diferente al teórico.

Por otra parte, en cuanto al valor experimental observado, si bien tanto los cubos de madera como las butacas/mesas (usadas como rampa), presentaban superficies de contacto "similares", las diferencias observadas resultan razonables, en particular debido al uso de objetos con superficies irregulares.

Tabla 5

Valores experimentales obtenidos por los estudiantes

Núm. de equipo	Ángulo crítico	Coficiente de fricción
1	16.0°	0.28
2	25.0°	0.46
3	22.0°	0.40
4	26.0°	0.48

En lo que respecta a la pregunta 2. *Si existieran diferencias entre los valores, ¿entre qué resultados se obtuvieron las mayores diferencias, y por qué cree que existen?*, los alumnos coincidieron en señalar que existen diferencias entre valores teóricos, de simulación y experimentales, atribuyeron las diferencias a las variaciones de factores (físicos) no consideradas en la simulación, siendo solo un equipo de estudiantes el que identificó a la fricción entre las superficies como el parámetro central de estas diferencias. En la Tabla 6 se muestra la transcripción de los comentarios de los equipos de estudiantes.

Tabla 6

Transcripción de comentarios de los estudiantes

Núm. de equipo	Comentarios
1	“En el cálculo experimental el resultado depende de la fricción, ya que cada superficie tiene una diferente, mientras que el cálculo en la aplicación es una simulación del cálculo y no toma en cuenta muchas cosas externas para los resultados”
2	“Porque no se puede plasmar las leyes de la física tal cual, dentro de la programación, los datos de ángulos, fuerzas y demás siempre varían y no pueden ser del todo exactos.”
3	“Porque al programar hay muchos parámetros que no se toman en cuenta al desarrollar la aplicación ya que las cifras no se manejan con exactitud.”
4	“Es distinto ya que el motor de física usado para programar la app no logra reproducir con suficiente precisión un escenario fiel a la realidad”

Si bien, estos hechos ponen de manifiesto la contribución del simulador en realidad aumentada para relacionar los conceptos con experiencias del mundo real, también denota la persistencia de ideas alternativas sobre el concepto de fuerza, que, en este caso, no permiten identificar claramente el origen y efecto de las fuerzas de fricción.

En conclusión, si bien, el grupo experimental presenta una diferencia a favor en su aprendizaje conceptual respecto al grupo de control, las diferencias entre los índices de dificultad y la ganancia de aprendizaje relativa no permiten establecer una ventaja clara de la enseñanza apoyada con simulaciones en realidad aumentada sobre una instrucción usando medios convencionales, no obstante, que si se identifica una mayor equidad del aprendizaje conceptual en el grupo experimental. En este sentido, es de señalar la limitante que representa el tamaño de la población bajo estudio, en la generalización de los hallazgos a otros contextos educativos.

En lo que respecta a la intervención, es de destacar el trabajo colaborativo, la actitud activa y el disfrute observado, al momento de realizar las actividades de las secuencias didácticas propuestas para este estudio, enmarcando, por un lado, los beneficios del uso de simuladores en realidad aumentada como estimulante de habilidades no cognitivas, y por otro, el papel de las secuencias didácticas como un proceso estructurado que puede contribuir a reducir el efecto distractor atribuido a la tecnología de realidad aumentada (Vidak et al., 2024). Finalmente, es posible sugerir como trabajos futuros, un estudio más amplio que ratifique los resultados obtenidos, así como la extrapolación de la metodología expuesta a la formulación de secuencias didácticas apoyados de realidad aumentada en otros ámbitos de la ciencia.

5. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, F.A.A. y J.A.F.C.; análisis formal, F.A.A.; investigación, F.A.A. y J.A.F.C.; metodología, F.A.A. y D.P.B.; supervisión, J.A.F.C.; validación, F.A.A. y E.D.R.; visualización, F.A.A. y D.P.B.; redacción—preparación del borrador original, F.A.A. y D.P.B.; redacción—revisión y edición, F.A.A. y E.D.R.

6. REFERENCIAS

- Aguilar, F., Flores, J. A., Hernández, C. A., y Pacheco, D. (2022). Diseño e implementación de un simulador basado en realidad aumentada móvil para la enseñanza de la física en la educación superior. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (80), 66–83. <https://doi.org/10.21556/edutec.2022.80.2509>
- Aguilar, F., Flores, J. A., y Pacheco, D. (2023). Enseñanza en línea de las leyes de Newton, utilizando simulaciones PhET. *Innovación Educativa*, 23(92), 112–127. <https://www.ipn.mx/assets/files/innovacion/docs/Innovacion-Educativa-92/Ensenanza-en-linea-de-las-leyes-de-Newton-utilizando-simulaciones-PhET.pdf>
- AlGerafi, M. A. M., Zhou, Y., Oubibi, M., y Wijaya, T. T. (2023). Unlocking the Potential: A Comprehensive Evaluation of Augmented Reality and Virtual Reality in Education. *Electronics*, 12(18), Article 3953. <https://doi.org/10.3390/electronics12183953>
- Al-Ansi, A. M., Jaboob, M., Garad, A., y Al-Ansi, A. (2023). Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education. *Social Sciences & Humanities Open*, 8(1), Article 100532. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100532>
- Artamónova, I., Mosquera, J. C., y Mosquera, J. D. (2017). Aplicación de force concept inventory en América Latina para la evaluación de la comprensión de los conceptos básicos de mecánica a nivel universitario. *Revista Educación en Ingeniería*, 12(23), 56–63. <https://doi.org/10.26507/rei.v12n23.729>
- Cao, W. y Yu, Z. (2023). The impact of augmented reality on student attitudes, motivation, and learning achievements—a meta-analysis (2016–2023). *Humanities and Social Sciences Communications*, 10, Article 352. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01852-2>
- Criollo-C, S., González-Rodríguez, M., Guerrero-Arias, A., Urquiza-Aguilar, L. F., y Luján-Mora, S. (2024). A Review of Emerging Technologies and Their Acceptance in Higher Education. *Education Sciences*, 14(1), Article 10. <https://doi.org/10.3390/educsci14010010>
- Dolenc, S., Susman, K., y Pavlin, J. (2024). Usage of Augmented Reality in Physics Education: Erasmus+ KA201 Project ARphymedes. *Journal of Physics: Conference Series*, 2727, Article 012026. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2727/1/012026>
- Faria, A., y Miranda, G. L. (2024). Augmented Reality in Natural Sciences and Biology Teaching: Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Emerging Science Journal*, (4), 1666-1685. <https://doi.org/10.28991/ESJ-2024-08-04-025>
- Garzón, J., Kinshuk, Baldiris, S., Gutiérrez J., y Pavón, J. (2020). How do pedagogical approaches affect the impact of augmented reality on education? A meta-analysis and research synthesis. *Educational Research Review*, 31, Article 100334. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100334>
- Gómez-Rios, M. D., Paredes-Velasco, M., Hernández-Beleño, R. D., y Fuentes-Pinargote, J. A. (2023). Analysis of emotions in the use of augmented reality technologies in education: A systematic review. *Computer Applications in Engineering Education*, 31(1), 216–234. <https://doi.org/10.1002/cae.22593>

- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hurtado, L. L. (2018). Relación entre los índices de dificultad y discriminación. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 12(1), 273–300. <https://doi.org/10.19083/ridu.12.614>
- Kalemkuş, J., y Kalemkuş, F. (2022). Effect of the use of augmented reality applications on academic achievement of student in science education: meta analysis review. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 6017–6034, <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2027458>
- Kamińska, D., Zwoliński, G., Laska-Leśniewicz, A., Raposo, R., Vairinhos, M., Pereira, E., Urem, F., Hinić, M. L., Haamer, R. E., y Anbarjafari, G. (2023). Augmented Reality: Current and New Trends in Education. *Electronics*, 12(16), Article 3531. <https://doi.org/10.3390/electronics12163531>
- Koumpouros, Y. (2024) Revealing the true potential and prospects of augmented reality in education. *Smart Learning Environments*, 11, Article 2. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00288-0>
- Lampropoulos, G., Keramopoulos, E., Diamantaras, K., y Evangelidis, G. (2022). Augmented Reality and Gamification in Education: A Systematic Literature Review of Research, Applications, and Empirical Studies. *Applied Sciences*, 12(13), Article 6809. <https://doi.org/10.3390/app12136809>
- Mongan, S. W., Mondolang, A. H., y Poluakan, C. (2020). Misconception of weights, normal forces and Newton third law. *Journal of Physics: Conference Series*, 1572, Article 012046. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1572/1/012046>
- Nikou, S. A. (2024). Factors influencing student teachers' intention to use mobile augmented reality in primary science teaching. *Education and Information Technologies*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12481-w>
- Novita, R. R. (2023). Physics E-book with Augmented Reality to Improve Students' Interest in Physics. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 12(1), 145–154. <https://doi.org/10.23887/jpiundiksha.v12i1.52764>
- Ortiz, G. M., Díaz, P. A., Llanos, O. R., Pérez, S. M., y González, K. (2015). Dificultad y discriminación de los ítems del examen de Metodología de la Investigación y Estadística. *Revista Educación Médica del Centro*, 7(2), 19–35. <http://www.revedumecentro.sld.cu/index.php/edumc/article/view/474>
- Permana, T. I., Husamah, H., Nurhamdani, M. I., Zaskia, A., Savitri, A., y Salsabila, D. A. (2024). Augmented reality in biology education: A systematic literature review. *Research and Development in Education*, 4(1), 630-652. <https://doi.org/10.22219/raden.v4i1.32636>
- Radu, I. y Schneider, B. (2023). How Augmented Reality (AR) Can Help and Hinder Collaborative Learning: A Study of AR in Electromagnetism Education. *IEEE Transactions on*

Visualization and Computer Graphics, 29(9), 3734–3745.
<https://doi.org/10.1109/TVCG.2022.3169980>

Serhane, A., Debiache, M., Boudhar, K., y Zeghdaoui, A. (2023). Difficulties Facing Students in Transition to Newtonian Viewpoint: Newton's Third Law Case. *Science Journal of Education*, 11(1), 43-50. <https://doi.org/10.11648/j.sjedu.20231101.17>

Serway, R. A., y Jewett, J. W. (2018). *Física para Ciencias e Ingeniería 1* (10ma ed.). Cengage Learning.

Vidak, A., Šapić, I. M., Mešić, V., y Gomzi, V. (2024). Augmented reality technology in teaching about physics: a systematic review of opportunities and challenges. *European Journal of Physics*, 45(2), Article 023002. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/ad0e84>

Young, H. D., y Freedman, R. A. (2018). *Física Universitaria con Física Moderna 1*. Pearson Educación.

Wilson, J., Buffa, A. J., y Lou, B. (2007). *Física* (6ta ed.). Pearson Educación.

Zamahsari, G. K., Amalia, M. N., Rifah, L., Permana, F., Romadhon, S., y Prihatini, A. (2024, January). A Systematic Review in Educational Settings: Numerous Challenges to the Adoption of Augmented Reality. *Proceedings of the 18th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication*. Kuala Lumpur, Malaysia: IEEE. <https://doi.org/10.1109/IMCOM60618.2024.10418449>









Para citar este artículo:

Aguilar Acevedo, F., Flores Cruz, J. A., Pacheco Bautista, D., y Dueñas Reyes, E. (2024). Aprendizaje conceptual de las leyes de Newton mediante secuencias didácticas con simulaciones en realidad aumentada. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (90), 19-33. <https://doi.org/10.21556/edutech.2024.90.3295>



Metodología de formación docente en STEM: ruta para su integración en la educación básica y media

STEM Teacher Training Methodology: A Pathway for Its Integration in Primary and Secondary Education

-   Ferney Orlando Amaya-Fernández (F.O.A.-F.); Universidad Pontificia Bolivariana (Colombia)
-   Olga Lucia Agudelo Velásquez (O.L.A.V.); Universitat de les Illes Balears (España)
-   Lina Maria Cano Vasquez (L.M.C.V.); Universidad Pontificia Bolivariana (Colombia)
-   Isabel Cristina Angel Uribe (I.C.A.U.); Universidad Pontificia Bolivariana (Colombia)

RESUMEN

En una era en la que la tecnología y la ciencia están en constante avance, formar docentes en educación STEM es crucial para la preparación de los estudiantes en función de los trabajos del futuro. El artículo describe el diseño e implementación de una metodología formativa para integrar la educación STEM en establecimientos educativos de básica y media. La metodología incluye elementos de Pensamiento de Diseño, metodologías activas, la integración de tecnologías educativas, además de la investigación Basada en Diseño. Los resultados sugieren un aumento en la motivación y participación de los estudiantes. Los docentes sintieron estar mejor equipados con herramientas pedagógicas y tecnológicas, que favoreció la enseñanza activa y la solución de problemas en el aula.

Sin embargo, surgieron desafíos durante el proceso. Se identificaron barreras para integrar el enfoque STEM en los currículos existentes. Se refleja la necesidad de estrategias para un desarrollo profesional continuo, que incluyan mecanismos para la integración curricular y estrategias para el trabajo colaborativo entre docentes. La metodología es replicable, lo que significa que se puede adaptar y transferir a diferentes contextos educativos y ser implementada a mayor escala haciendo ajustes según el contexto particular de cada institución

ABSTRAC

In an era where technology and science are constantly advancing, training teachers in STEM education is crucial for preparing students for future jobs. This article describes the design and implementation of a formative methodology to integrate STEM education in elementary and secondary schools. The methodology incorporates elements of Design Thinking, active learning methodologies, and integrating educational technologies to address complex problems. The results suggest that the implemented methodology increased student motivation and participation. Teachers felt better equipped with pedagogical and technological tools, facilitating active teaching and problem-solving in the classroom.

However, several challenges also emerged during the process. Barriers were identified when teachers integrated the STEM approach into existing curricula. The strategies for ongoing professional development are highlighted, including specific mechanisms for curricular integration and strategies to foster collaborative work among teachers. The methodology proved to be replicable, meaning it can be adapted and transferred to different educational contexts and scaled up by adjusting according to each institution's specific context.

PALABRAS CLAVE - KEYWORDS

Metodologías activas, tecnología educativa, pensamiento de diseño, formación STEM

Active Methodologies, Educational Technology, Design Thinking, STEM Education



1. INTRODUCCIÓN

La implementación de la educación STEM (por las siglas en inglés de *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) es un desafío académico y administrativo al requerir un marco que integre las diferentes disciplinas (National Academy of Engineering and National Research Council, 2014). Este enfoque permite abordar problemas complejos, innovar, fomentar el pensamiento crítico, y mejorar habilidades como la resolución de problemas y la creatividad. La naturaleza interdisciplinar de la educación STEM mejora los resultados de aprendizaje (Sarican y Akgunduz, 2018) y aumenta el interés y compromiso de los estudiantes (Struyf et al., 2019). Al mismo tiempo contribuye al fortalecimiento de la práctica docente, una percepción que los docentes comparten al considerar que enriquece el proceso de aprendizaje de sus estudiantes (Margot y Kettler, 2019; Cardetti y Orgnero, 2013).

Para lograrlo, es necesario integrar metodologías activas con potencial para promover un aprendizaje interdisciplinar a partir de STEM (Macancela-Coronel et al., 2020), entre ellas, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el Pensamiento de Diseño (en inglés *Design Thinking*) y la articulación de herramientas digitales. ABP involucra a los estudiantes en la resolución de problemas situados del mundo real de manera colaborativa y contextualizada (Domènech-Casal, 2018). El Pensamiento de Diseño, con un enfoque centrado en el usuario, promueve la creatividad y la empatía, además de la generación de ideas innovadoras (Arifin y Mahmud, 2021). Las herramientas digitales en entornos de aprendizaje interactivo han demostrado mejorar la participación de los estudiantes, lo que impacta positivamente en los logros académicos (Cheng y Chau, 2014). Estas herramientas permiten diversificar, dinamizar y personalizar las experiencias de aprendizaje (Wang y Hannafin, 2005; Castañeda et al., 2020; Sánchez, 2023).

La integración de metodologías activas con STEM, permite fomentar la problematización, la experimentación, crea un ambiente para la construcción de conocimiento y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, creativo e innovador (Benites y Barzallo, 2019). STEM desde edades tempranas (Fuertes y Fernández, 2023) prepara a los estudiantes para carreras en campos emergentes (Moomaw, 2013) y promueve la comprensión del mundo que los rodea, capacitando para enfrentar los desafíos globales con soluciones innovadoras.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) estima que para el 2050 el 75% de los puestos de trabajo corresponderá con áreas STEM (Diaz 2023). En Colombia, según Fedesarrollo, se observa una alta demanda de profesionales en estas áreas (Acosta, 2023) y algunos de los trabajos más solicitados incluyen actividades relacionadas con la programación y el desarrollo de contenidos, entre otros (Acosta, 2023).

Los estudiantes de hoy requieren formarse para los trabajos del futuro (McKinsey Global Institute, 2017; Martínez, et al., 2023), por lo tanto, requieren habilidades y conocimientos diferentes a los que eran necesarios en el pasado (World Economic Forum, 2020). Por esto es fundamental una educación que fomente habilidades propias del siglo XXI y les permita adaptarse a un entorno laboral en constante evolución (Hernández y Neira, 2022), además de formar con habilidades científico-tecnológicas (World Economic Forum, 2020).

Sin embargo, los establecimientos educativos enfrentan desafíos al abordarlo, como la falta de formación en integración curricular y en actualización tecnológica (Cabrera et al, 2023), la

escasez de recursos educativos y tecnológicos, la falta de acceso a herramientas, equipos y materiales especializados (Sanders, 2009). Lo que es común, según Wu-Rorrer (2017) es la necesidad de “[...] brindar instrucción enfocada en la integración interdisciplinaria que se ha convertido en un tema crucial en el campo educativo en los últimos años” (p. 9), para el ejercicio de una ciudadanía global.

Entre los retos se identifica la integración de la educación STEM en los currículos, Wu-Rorrer (2017) destaca que “No existe una estrategia única para abordar la integración STEM. Ninguna escuela o sistema escolar es igual. Cada uno es único a su manera, con diferencias” (p. 9), De manera similar, Asunda (2012) enfatiza que la implementación de STEM requiere de un enfoque flexible y adaptado a las realidades locales. Las dificultades que se enfrentan en este sentido, según Fan et al. (2021), están relacionadas con la interpretación de relaciones entre disciplinas, la orientación de los modelos o técnicas para la resolución de problemas, la exigencia en el nivel de conocimiento que deben tener los docentes para responder a las preguntas e inquietudes de los estudiantes, la falta de conocimientos previos y habilidades para relacionar los conceptos.

En este sentido, el presente artículo, expone una metodología para la formación docente en la implementación de la educación STEM, que aporta soluciones a los problemas detectados, diseñando retos en compañía de los estudiantes.

2. MÉTODO

El enfoque del estudio es de métodos mixtos (Sampieri, R. H., 2006); se basa en la Investigación Basada en el Diseño (IBD) (Barab y Squire, 2004). Este diseño metodológico funciona como un puente entre la teoría y la práctica, tanto con la construcción y ampliación teórica, como con la resolución de problemas del mundo real (De Benito y Salinas, 2016). La metodología de formación docente en STEM se ubica en el enfoque socio-constructivista (Ribosa, 2020), en el que el conocimiento se construye activamente a través de la interacción social y la experiencia; se fomenta la colaboración entre docentes desde un ambiente de aprendizaje cooperativo que promueve el trabajo interdisciplinar y se usan estrategias de aprendizaje activo.

La investigación se desarrolla en el marco del proyecto: Ambientes de aprendizaje para la integración disciplinar bajo el enfoque STEM apoyados por tecnologías digitales, que pretende contribuir al avance del conocimiento científico sobre la implementación de la educación STEM. Este producto es una prueba piloto de una metodología para la formación docente y la implementación de la educación STEM en establecimientos educativos, cuyas fases (Figura 1) se amplían a continuación.

Figura 1

Fases de la prueba piloto para el diseño de la metodología



2.1. Fases de la prueba piloto

2.1.1. Selección de las instituciones participantes

La convocatoria fue abierta a Instituciones Educativas urbanas y rurales del departamento de Antioquia que quisieran participar y aceptarán los compromisos:

- Conformación de un equipo de por lo menos 3 docentes de las áreas STEM.
- Participación en las 30 horas de formación de los profesores del proyecto.
- Recepción de la dotación para el ambiente de aprendizaje STEM.
- Uso de la dotación entregada:
 - Aula móvil 1 TOMi7¹.
 - Laboratorio STEM con kit de componentes basados en Arduino Uno.
 - Dinero en efectivo para compras de componentes que requieran durante la implementación de los retos.
- Disposición de al menos un computador y una cámara de video.
- Diseño del proyecto STEM que se propone dentro de la formación.
- Implementación, durante 6 meses, del proyecto STEM propuesto por los profesores.
- Vinculación al proyecto de al menos un grupo de estudiantes de la educación media.
- Participación en las actividades de socialización, evaluación y cierre del proyecto.

La población del proyecto la constituyen cinco instituciones educativas. Para la selección de la muestra se realizó un muestreo no probabilístico, es decir, por conveniencia. Esta se compone por 83 estudiantes y 14 profesores de la educación media (10° y 11°) de instituciones educativas (IE): una IE rural oficial del municipio de Santo Domingo (Antioquia), una IE privada (urbana) y tres IE oficiales (urbanas) del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín.

2.1.2. Diseño curricular y formación de docentes

Previo a la formación, los investigadores (a su vez tutores del curso y asesores) realizan el diseño de un curso virtual en la plataforma Moodle (Tabla 1), fundamentado en el aprendizaje activo y teniendo como propósito la apropiación de conceptos incluyendo la construcción de ambientes de aprendizaje (Duarte, 2003, p. 11).

¹ Dispositivo que “[...] tiene como propósito permitirles a los docentes que creen clases interactivas en donde se agregan recursos, así como preguntas de seguimiento, evaluación y notas investigativas” (Lopera, 2022, p. 6). Este contiene: Pizarra digital, calificación automática, Llamado a lista, hotspot de contenidos, compatible con TOMi.digital para clases interactivas sin internet.

Tabla 1

Diseño curricular para la formación de los docentes

Módulos	Propósito	Propuesta formativa
1. SOS tenemos un problema (ABP)	Reconocimiento de la metodología. Identificación de un problema relacionado con la sostenibilidad y el cambio climático.	
2. Oportunidades y retos STEM (Educación STEM)	Identificación de las características de la educación STEM e integración de áreas de acuerdo con el problema reconocido.	
3. STEM en el aula (Ambientes de aprendizaje STEM)	Identificación de los elementos necesarios para el diseño del ambiente de aprendizaje y familiarización con los elementos tecnológicos entregados al inicio de la formación.	Encuentros sincrónicos
4. Diseñando con STEM (Diseño del reto)	Diseño del reto STEM empleando Pensamiento de Diseño, proceso que debe documentarse: <ul style="list-style-type: none">• Empatizar, se indaga entre los estudiantes el interés en el problema planteado.• Idear, para imaginar soluciones posibles a partir de la selección de ideas prometedoras.• Definir, definir claramente la situación problemática y sus impactos.• Prototipar y experimentar, explorar diferentes maneras de solucionar el problema.• Probar y evolucionar la idea, identificar las mejoras en el prototipo.	Trabajo independiente Recursos Evaluación

La formación tuvo una duración de 30 horas, 20 sincrónicas y 10 de trabajo autónomo. Durante seis meses se les brindó a los docentes la oportunidad de transformar la práctica pedagógica y de empoderar a sus estudiantes para enfrentar los desafíos del siglo XXI con confianza y creatividad.

Esto les permite la integración disciplinar con el apoyo de tecnologías digitales, a través de retos en los que sus estudiantes identifiquen problemas reales contextualizados, relacionados con la sostenibilidad. Luego, diseñan e implementan soluciones STEM mientras desarrollan las habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y trabajo en equipo.

2.1.3. Proceso de acompañamiento en la formación docente

Proporciona un apoyo individualizado, brinda oportunidades para resolver inquietudes tras cada sesión sincrónica, para recibir *feedback* sobre su práctica docente y realimentación por parte de los asesores:

- Durante la formación inicial, en el diseño de retos STEM de los docentes para el contexto y nivel educativo de sus estudiantes.
- Durante la implementación de los de retos STEM, hasta evidenciar prototipos por parte de los estudiantes como resultado de la experiencia formativa.

El acompañamiento fomenta el desarrollo profesional continuo al proporcionar oportunidades para la reflexión, el aprendizaje activo, la solución de dudas técnico-pedagógicas y la experimentación en el aula.

2.1.4. Evaluación del proceso

Los elementos que se consideran para evaluar el desarrollo de experiencias formativas con enfoque STEM (Ramos-Lizcano et al., 2022), son:

- Identificación de propósitos de aprendizaje orientados al desarrollo de las competencias, la colaboración entre grupos y la generación de buenas prácticas para el aprendizaje a lo largo de la vida.
- Implementación de estrategias de aprendizaje activo para la apropiación de conceptos y para el diseño y desarrollo de los proyectos.
- Articulación didáctica y pedagógica de las TIC.
- Docente que prioriza el aprendizaje, las necesidades e intereses de los estudiantes.

La evaluación multidireccional -coevaluación, autoevaluación y heteroevaluación- (De Sola, 2011), se realiza a lo largo del proceso de diseño curricular, formación de docentes e implementación de los retos propuestos por estos.

2.2. Técnicas e instrumentos

Los datos analizados provienen de la observación participante, empleando 3 instrumentos para recolectar información y para guiar a los docentes en el proceso: lienzo de información general del proyecto, lienzo de seguimiento, plan del proyecto.

El lienzo de información (Figura 2), permite plasmar los aspectos más importantes de la propuesta y fue diligenciado por los profesores una vez se tienen claras las características del proyecto STEM a implementar.

Figura 2

Lienzo de información general del proyecto que diligencian los profesores

El formulario de información general del proyecto STEM está dividido en varias secciones:

- Encabezado:** Incluye un logotipo con los colores de la bandera colombiana y dos campos de texto para "NOMBRE DEL PROYECTO:" y "INSTITUCIÓN EDUCATIVA:".
- Título central:** "• INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO •".
- Sección de Problema y Población:** A la izquierda, un cuadro grande para "Problema o necesidad" y otro para "Población impactada".
- Sección de Objetivos:** En el centro, un cuadro para "Objetivo general" con una flecha verde que apunta hacia abajo a tres cuadros para "Objetivo específico 1", "Objetivo específico 2" y "Objetivo específico 3".
- Sección de Metodología y Herramientas:** A la derecha, un cuadro grande para "Metodología de trabajo" y otro para "Herramientas/Recursos tecnológicos y digitales de apoyo".

El lienzo de seguimiento (Figura 3), es diligenciado por los profesores para planificar las diferentes actividades a realizar durante el proceso de formación con sus estudiantes. En este lienzo, los docentes incluyen y priorizan las actividades semana a semana, los recursos, productos y momentos de la formación asociados que se plantean para la realización y seguimiento del reto. Además, registra el seguimiento de aspectos clave, comportamientos y reacciones observadas durante la ejecución de los proyectos, las conclusiones y productos obtenidos durante la actividad y relaciona la actividad con la fase de desarrollo de la metodología de pensamiento de diseño. Esta guía permitió observar la interacción de los docentes con los estudiantes y su adaptación a las metodologías activas, identificando elementos como la participación, la resolución de problemas y la colaboración entre los docentes y estudiantes.

Figura 3

Lienzo de seguimiento que diligencian los profesores

The form is titled "Cronograma de seguimiento" and features a grid with five columns: "Semana y fecha", "Actividades", "Recursos", "Conclusiones y/o producto", and "Momento según design thinking". The first column is pre-filled with "Semana 1", "Semana 2", and "Semana 3", each with a "Fecha:" label and a blank space for input. To the right of the grid are three vertical sections: "IMPORTANTE" with three input boxes, "PRIORITARIO" with three input boxes, and "TAREAS DE LA SESIÓN" with two input boxes.

El plan del proyecto (Tabla 2) fue empleado por los profesores para definir con mayor detalle los objetivos, actividades y recursos asociados a los retos STEM.

Tabla 2

Formato del plan del proyecto que diligencian los profesores

Aspecto	Descripción
Título del reto	Expresa creativamente el tema del proyecto.
Problema	Descripción concreta del problema del que se parte, causas y efectos.
Objetivos del proyecto	Claros, factibles y pertinentes.
Diseño del ambiente de aprendizaje	Actores y relacionamiento: Descripción de los actores, sus características, roles, forma de comunicación y relacionamiento entre ellos.

Aspecto	Descripción
	Actividades
	Contenidos
	Estrategias didácticas y metodológicas: del proyecto con ABP y Pensamiento de Diseño.
	Recursos: Descripción de espacios físicos y virtuales, herramientas y recursos requeridos para las experiencias de aprendizaje.
	Seguimiento y evaluación (sumativa y formativa)
Cronograma / Plan de trabajo	Tiempo dedicado a cada una de las actividades de aprendizaje.

La información fue recolectada a través de reuniones de seguimiento periódicas con los docentes, así como del análisis de los datos consignados en los instrumentos de recolección. Además, se realizaron sesiones con los estudiantes participantes. Posteriormente, los investigadores analizaron los datos obtenidos, identificando patrones y temas recurrentes tanto en las respuestas de los docentes como en las de los estudiantes. El foco de la investigación estuvo en examinar aspectos como la motivación de docentes y estudiantes, el impacto de la metodología STEM en el aula y los resultados obtenidos en el aprendizaje.

3. RESULTADOS

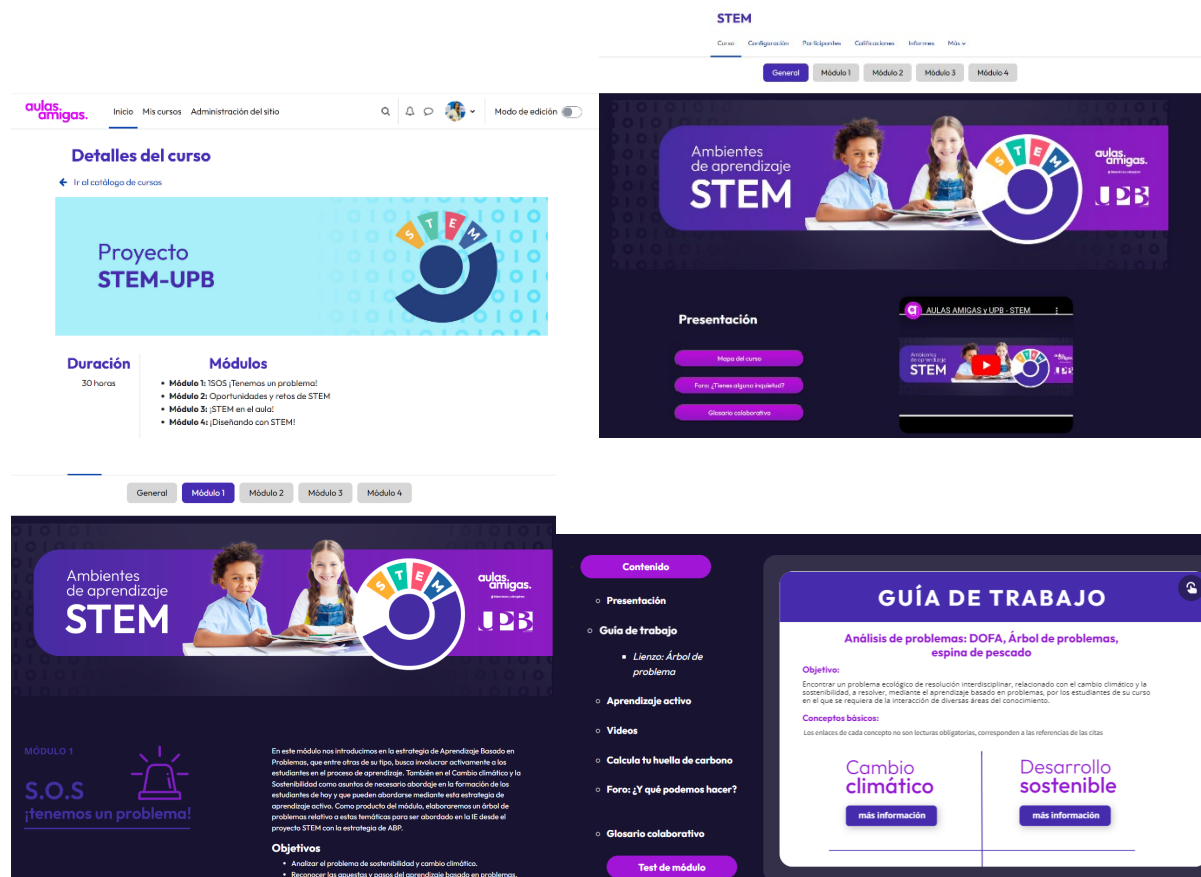
Los análisis del proceso arrojan diversos resultados relacionados con el diseño del curso para realizar la formación inicial, la participación en la formación, entregables por módulo, proyectos, los productos resultantes y percepciones de los participantes.

El curso se diseña 100% virtual en Moodle. El acceso a los contenidos se realiza de manera autónoma y para el inicio de cada módulo se realiza un encuentro sincrónico introductorio, que se graba como recurso, en éste se comparten orientaciones y aclaran dudas. Además, se tienen espacios sincrónicos de asesoría para acompañar el proceso de los estudiantes. Algunas características del curso (Figura 4) son:

- **Acceso a contenidos educativos** variados y en distintos formatos.
- **Recursos de apoyo** como tutoriales, guías, material descargable y enlaces a sitios web de interés.
- **Comunidad de aprendizaje:** a través del foro y los encuentros, los usuarios interactúan, colaboran, comparten experiencias, conocimientos y buenas prácticas.
- **Seguimiento y evaluación** para acompañar el progreso de los participantes y evaluar sus propuestas.

Figura 4

Curso “Ambientes de aprendizaje STEM” en la plataforma Moodle.



Nota. Capturas de pantalla de varios de los espacios del curso: Inicio en la plataforma, generalidades del curso y ejemplos de la estructura de un módulo del curso.

En relación con la *participación en la formación*, se identifica que de las seis instituciones educativas que inicialmente declararon interés de participar, finalmente cinco realizaron todo el proceso, y, que, de los 25 docentes esperados, realmente participaron de la formación inicial 16 de ellos. En el transcurso del proyecto, se fueron reconfigurando los equipos al interior de las IE, participando en el proyecto algunos profesores que no se formaron en el curso diseñado para el proyecto, pero que tenían la disponibilidad y conocimientos para aportar al proceso. De los maestros que participaron de la formación inicial, un 75.0% de ellos, pertenecen, en su mayoría, a una institución urbana (Figura 5), en un 87.5% a una institución de carácter oficial (Figura 6), y, que, un 62.5% son de género masculino (Figura 7).

Figura 5

Distribución de docentes que realizaron la formación inicial por zona geográfica

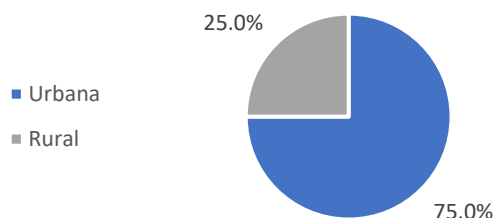


Figura 6

Distribución de docentes que realizaron la formación inicial por tipo de institución

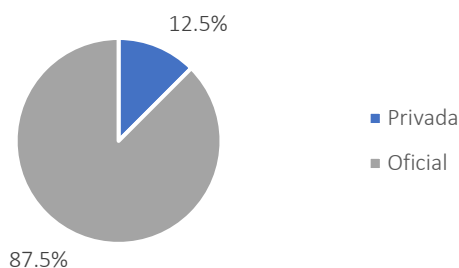
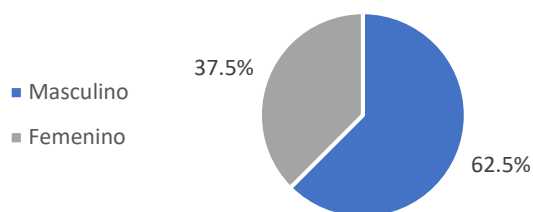


Figura 7

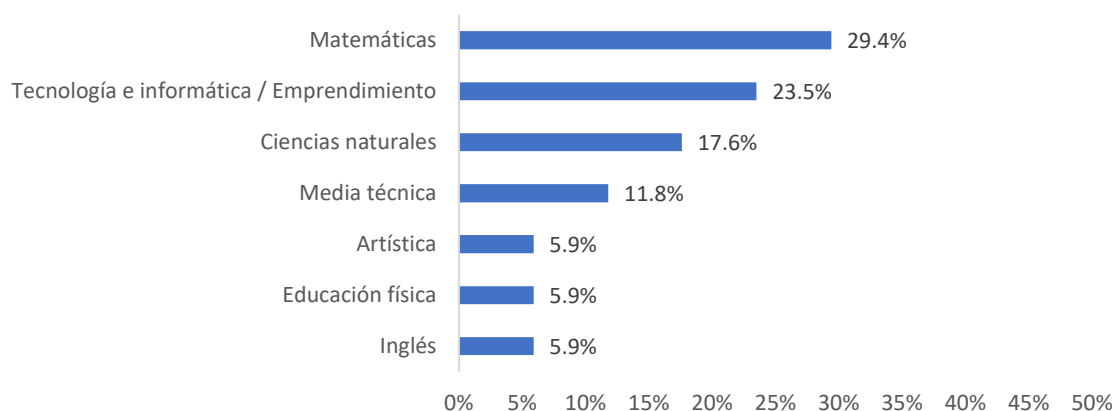
Distribución de docentes que realizaron la formación inicial por género



Por otra parte, el 70,5% de los profesores son de las áreas STEM, como se solicitó en la convocatoria, sin embargo, un 29,5% son maestros de otras áreas relacionadas con las orientaciones de la media técnica de cada IE, artística, educación física y emprendimiento (Figura 8).

Figura 8

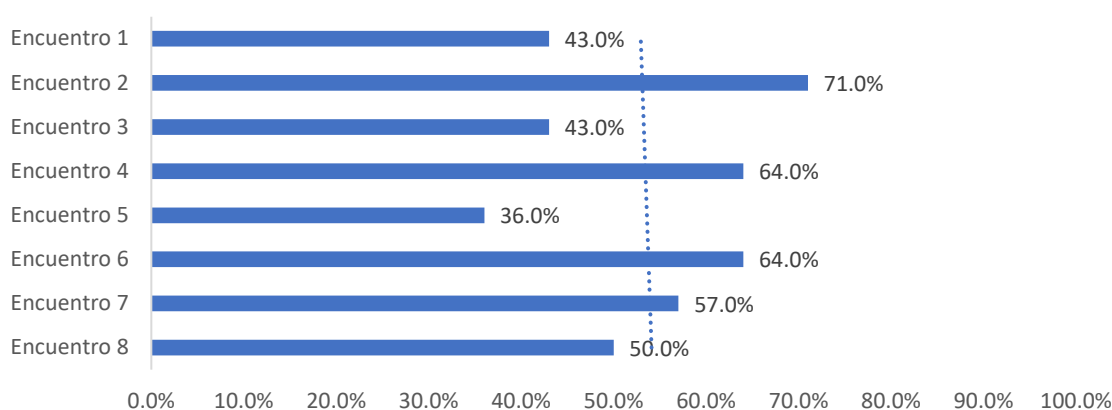
Distribución de docentes que realizaron la formación inicial por áreas



En cuanto a la asistencia de los profesores el 53.6%, en promedio participaron de toda la formación (Figura 9). Sin embargo, a todos los encuentros asistió al menos un integrante de cada uno de los equipos de docentes por IE; quienes interactuaron y mostraron compromiso. El encuentro que más asistencia tuvo, por un 71,0% de los docentes, fue el relacionado con las características y conceptos de la educación STEM. Los últimos encuentros contaron con la intervención de más de la mitad de los docentes, entre el 50.0% y el 64.0%, en ellas se trabajó particularmente en el ajuste de los retos que los docentes diseñaron. El encuentro 5 tuvo la asistencia más baja, del 36,0% de profesores, esta fue una sesión extraordinaria, no programada.

Figura 9

Asistencia de los docentes en la formación inicial



De acuerdo con los *entregables por módulo*, el 100% de los participantes cumplieron con lo solicitado en cada módulo (Figura 10), algunos con entregas extemporáneas y otros con una calidad inferior a lo propuesto. Sin embargo, estos productos paulatinamente se ajustan con el acompañamiento de los asesores. En la Tabla 3 se relacionan los entregables por módulo.

Figura 10

Muestra de algunos productos entregados en los módulos

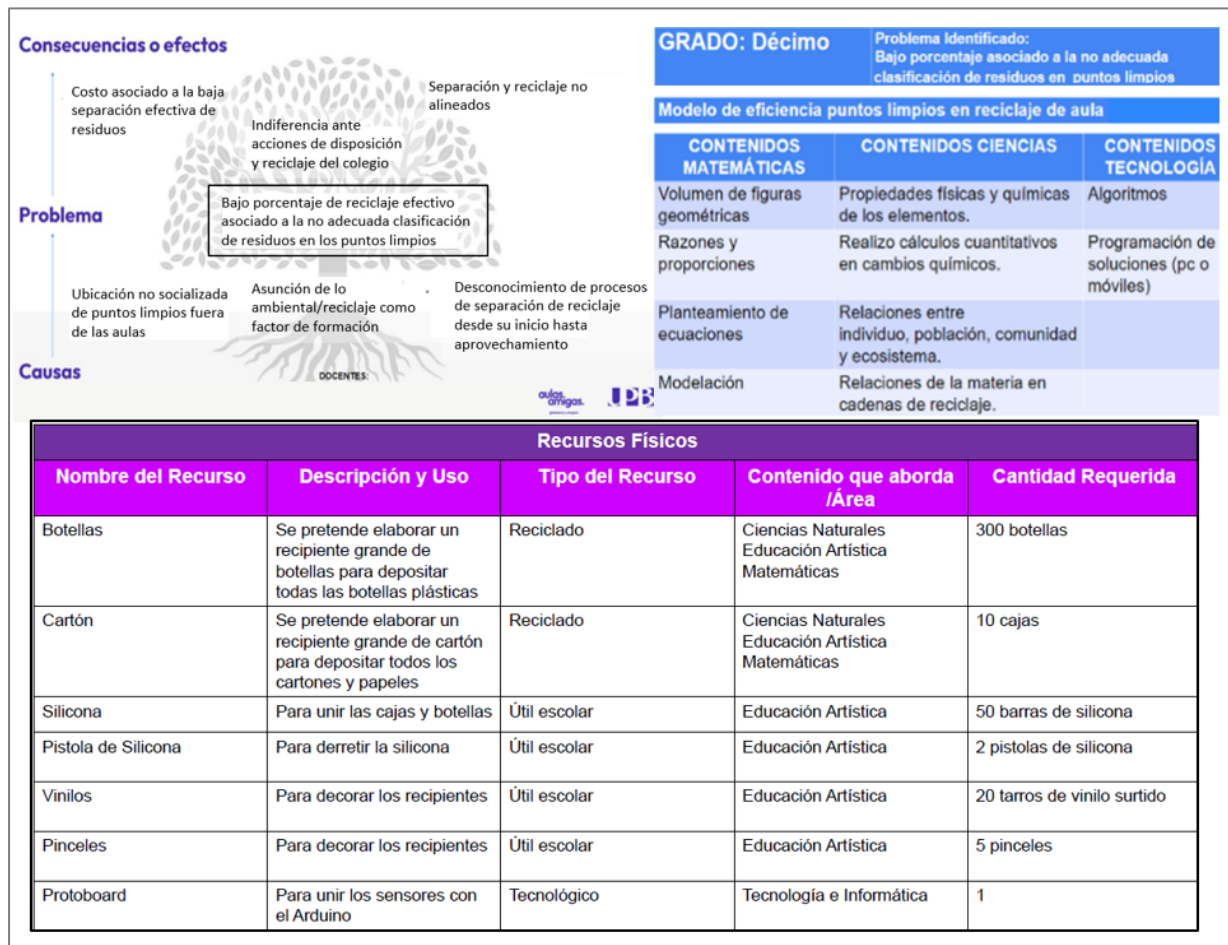


Tabla 3

Entregables por cada uno de los módulos

Módulo	Entregables
1. SOS tenemos un problema (ABP)	<ul style="list-style-type: none"> • Glosario Educación STEM: conceptos sobre ABP. • Árbol de problemas que se abordará desde el proyecto.
2. Oportunidades y retos STEM (Educación STEM)	<ul style="list-style-type: none"> • Aporte en el foro general del curso. • Glosario Educación STEM: conceptos sobre STEM. • Listado de contenidos por área que aborda el proyecto. • Esquema o mapa con el análisis de las áreas STEM que se integran para dar respuesta a un problema.
3. STEM en el aula (Ambientes de aprendizaje STEM)	<ul style="list-style-type: none"> • Informe preliminar con el diseño del reto. • Lista de chequeo de los recursos físicos y digitales por área.
4. Diseñando con STEM (Diseño del reto)	<ul style="list-style-type: none"> • Plan del proyecto: diligenciado en el formato de entrega de la propuesta (Tabla 2).

En lo relacionado con los **productos**, el 60.0% de las IE lograron realizar prototipos funcionales y el 100% de estas socializaron sus proyectos con los avances que lograron en el proceso.

1. **Colegio UPB.** Conocimientos y herramientas de cuidados del entorno en el mejoramiento de la salud ambiental y sus efectos en la salud respiratoria: <https://youtu.be/C0xFpwUTpo>
2. **IE Madre María Mazzarello.** Diseño y construcción de sistema de irrigación automatizado: <https://youtu.be/7Urn1dy3Fzk>
3. **IER Porcesito.** ProjectiVIDA: manejo de los residuos sólidos con enfoque STEM. <https://youtu.be/8MPFzhYaYdo>
4. **IE Doce de Octubre.** Fertilizando el conocimiento con el sistema de gestión de desperdicios orgánicos. <https://youtu.be/qlpqrGXzrlo>
5. **IE Picachito.** Huerta con riego automatizado: <https://youtu.be/st6tCT04KZO>

Sobre las percepciones de los participantes, los microvideos de las experiencias muestran que este proceso impacta en el ambiente de aprendizaje, las prácticas pedagógicas de los docentes y el compromiso de los estudiantes. Además, se observa que la metodología mejora las interacciones, las estrategias pedagógicas y la participación estudiantil.

En el *feedback* del proyecto, los docentes resaltan la utilidad de las actividades, la motivación de los estudiantes y la efectividad de las estrategias pedagógicas. También mencionan los desafíos de hacer que los estudiantes se responsabilicen de su aprendizaje. Un profesor comentó: "El proyecto combinó bien la teoría y la práctica, y los formadores fueron de gran calidad y siempre dispuestos a resolver dudas," lo que demuestra su satisfacción con el proceso.

Los participantes destacan el aprendizaje adquirido y las habilidades blandas desarrolladas, el valor del acompañamiento y la utilidad de la asesoría recibida. Sin embargo, aunque el curso virtual proporciona los recursos y materiales suficientes para el proceso, los docentes manifestaron la necesidad de complementar la formación virtual con algunas sesiones presenciales para tener una mayor comprensión y aplicación de los conceptos y herramientas, por lo tanto, también se realizaron algunas visitas presenciales. Además de los recursos virtuales, se identificó el uso de la dotación entregada al inicio, sin embargo, el uso del dispositivo TOMi7 se considera insuficiente para las posibilidades que este tiene para el proceso de implementación del reto y la interacción entre los docentes, los estudiantes y los contenidos.

Durante el proceso se sistematizaron las preguntas de los docentes, las respuestas y orientaciones proporcionadas, comentarios relevantes y descripción de las actitudes asumidas por los participantes, entre otros (Tabla 4). A partir de esto, se evidencia que los docentes formularon preguntas principalmente sobre aspectos operativos y técnicos relacionados con la plataforma y los recursos utilizados en el proceso de formación.

Tabla 4

Estructura y ejemplo de la guía de observación

Ítems de la guía	Ejemplo
Preguntas de docentes	Los docentes hacen preguntas de tipo operativo, ejemplo: ¿Cómo se supera la barrera de otros docentes que se oponen, no dejan, no desean que avancen este tipo de procesos?
Respuestas orientaciones	y Estas se construyen entre los profesores que han tenido experiencias y los asesores investigadores para superar los asuntos técnicos y sociales, sobre este último, se les sugiere: <ul style="list-style-type: none">• Empoderar a los docentes participantes.• Invitar, vincular y motivar a otros docentes.• Socializar lo que se hace para incentivar a otros profesores.• Invitar a otros actores.
Comentarios relevantes (en foro o encuentro)	Los participantes cuentan sus experiencias: <ul style="list-style-type: none">• Proyectos colaborativos que integran múltiples áreas que solucionan un problema específico.• Proyectos de usos tecnológicos con STEM en la OEA - Red Interamericana de Educación Docente (RIED).• Proyecto PlayQ School con Aulas Amigas.• Proyecto de vida de los estudiantes, integrando el ABP a situaciones problemáticas en la IE, con apoyo desde el área de tecnología e informática.• Proyectos STEM con ABP.• Proyectos de problemas ambientales.
Actitudes de los docentes	Se encuentran profesores: <ul style="list-style-type: none">• Que se retan: que identifican dificultades en sus contextos, pero con creatividad quieren hacerle frente.• Temerosos: docentes que quieren, pero no tienen claro cómo hacerlo.• Líderes: convocan a compañeros a trabajar conjuntamente en proyectos.• Recursivos y proactivos: buscan recursos e insisten en los procesos.• Con carisma, comprometidos y empáticos: buscan que la IE se apropie de los proyectos y que no dependan de un solo profesor.
Dinámica institucional	Condiciones institucionales: infraestructura física y tecnológica muy diversas. Respaldo institucional. Las IE tienen dinámicas diferentes. Hay rectores y docentes muy comprometidos, que promueven la participación, pero no tienen claro en lo que se comprometen.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La diferencia más significativa con respecto a otras similares, es la oportunidad para los docentes de llevar a la práctica los conocimientos adquiridos y el acompañamiento permanente brindado en la implementación. En este caso, los docentes diseñaron un reto y guiaron a sus estudiantes para solucionarlo empleando la metodología de aprendizaje basado en problemas. En otros casos, como el planteado por Fuentes (2019), las propuestas son externas para que sean implementadas por los docentes en el aula. Esto, va más allá de lo que plantean Castro y Montoro (2021) quienes afirman que la educación STEM podría ser posible a través de una integración a nivel multidisciplinar, donde cada asignatura tiene sus propios objetivos, pero se introducen tareas a través de un tema común. También, de acuerdo con lo planteado por Asunda (2012), cada establecimiento educativo llevó un proceso diferente en cuanto a acceso a materiales y recursos, compromiso de docentes y directivos, acompañamiento de las familias, conocimiento desde las áreas STEM por parte de los docentes, expectativas e intereses de los estudiantes, entre otros.

Al implementar los retos, los docentes integran actividades en sus cursos para guiar a los estudiantes y crearon ambientes de aprendizaje diseñados durante la formación. Según Moreno (2019), esto permite suplir las necesidades de los estudiantes y generar un aprendizaje más significativo. Los docentes también contaron con la ayuda de asesores e investigadores para solucionar dificultades, destacando la importancia del apoyo externo.

Desde el inicio fueron evidentes las dificultades metodológicas y de abstracción conceptual (Fan et al., 2021) por parte de los docentes para relacionar conceptos entre disciplinas y dar solución al reto. No obstante, el conjunto de evidencias recopiladas proporciona un respaldo para afirmar que la metodología de formación docente permitió llevar a cabo prácticas pedagógicas con integración disciplinar que promueven el compromiso y la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje y la solución de retos STEM.

La calidad de los trabajos realizados y la creatividad demostrada son también indicadores de la efectividad de la metodología. Igualmente se observó el desarrollo de competencias clave en los estudiantes, como habilidades de resolución de problemas, pensamiento crítico, trabajo en equipo y creatividad. Esto confirma lo propuesto por Masaquiza et al. (2024) quienes afirman que STEM ha demostrado ser eficaz preparando a los estudiantes para adaptarse a las demandas del mercado laboral contemporáneo.

Los datos cualitativos sugieren que la metodología implementada incrementó la motivación de los estudiantes, haciéndolos más participativos y comprometidos con su propio aprendizaje. Al respecto, Cifuentes y Caplan (2019) encontraron que:

Los talleres STEAM han generado altos niveles de motivación en los y las estudiantes que participan en ellos. Esto se evidencia en acciones como: a) mejorar sus diseños en tiempos diferentes a las sesiones planificadas; b) manifestar, querer compartir con otros o promover la educación STEAM; c) manifestar constantemente querer participar en actividades más avanzadas; d) recomendar los talleres STEAM a otros estudiantes (p. 37).

Tuan et al. (2018, citados por Núñez et al., 2023) subrayan que la enseñanza basada en problemas y proyectos prácticos mejora la calidad de la educación STEM. Sin embargo, Núñez

et al. (2023) mencionan retos en la formación de docentes, como falta de tiempo, baja motivación y miedos al integrar la educación STEM. Para Agudelo y González-Reyes (2024) “otro factor para tener en cuenta en la formación docente en este enfoque es el contexto. Las realidades donde laboran los docentes implican generar adaptaciones a los programas de formación, de acuerdo con sus necesidades, limitaciones y experiencias” (p. 102). La adaptación de dichos programas implica tener en cuenta que la falta de infraestructura tecnológica y la insuficiencia en el conocimiento sobre metodologías activas son barreras críticas para los docentes (Rodríguez y González, 2024). Ello implica centrar la formación en la interdisciplinariedad, la focalización en las realidades locales, la colaboración entre docentes y establecimientos para optimizar recursos disponibles del contexto, partir de los conocimientos de los docentes para que colaborativamente vayan construyendo sus propios conocimientos sobre la educación STEM. La dificultad manifiesta para trabajar colaborativamente entre docentes, lo que llevó a sugerir mejorar la cohesión y la efectividad del enfoque STEM en el entorno educativo.

La metodología es replicable y adaptable a distintos contextos educativos. Entre las limitaciones están las diferencias entre instituciones urbanas y rurales, públicas y privadas, y las dificultades para medir impactos cuantitativos. Estas dificultades deben considerarse para mejorar futuras implementaciones.

Todavía no hay un consenso mundial sobre cómo formar profesores en STEAM, y existen diversas propuestas, es crucial dar seguimiento y evaluarlas para mejorar continuamente. Así, los profesores pueden aplicar estos aprendizajes en sus clases, fomentando habilidades del siglo XXI y generando mayor interés en ciencia y tecnología entre los estudiantes. (Soto et al., 2022, p. 12).

5. DECLARACIÓN ÉTICA

Para fortalecer la formación docente para la implementación de proyectos STEM en el aula, y contribuir a la calidad de la educación se proponen las siguientes recomendaciones:

- Es fundamental involucrar a los directivos docentes en los procesos formativos para procurar por su comprensión de las implicaciones académico administrativas de proyectos STEM, su respaldo institucional para la implementación de proyectos educativos innovadores.
- Es importante promover el trabajo en equipo entre los docentes para compartir experiencias y estrategias pedagógicas. No se debe asumir que esta habilidad ya está desarrollada. Organizar espacios de colaboración y reflexión periódicos fortalecerá la comunidad educativa.
- Se recomienda diseñar programas de formación más flexibles que permitan una mayor profundización en los contenidos y la incorporación de temáticas emergentes a los que puedan acceder en el tiempo.
- Es necesario considerar dentro de la formación un mayor soporte técnico y pedagógico para que los docentes aprovechen al máximo la formación. Además de asesorías para el abordaje pedagógico, didáctico y tecnológico de los retos diseñados por los docentes.

Los desafíos en la formación de docentes incluyen la infraestructura y recursos limitados en las escuelas. Para integrar STEM, se debe fomentar el uso de materiales de bajo costo, reciclables y recursos naturales locales. También es clave promover el uso de software libre y maximizar el uso de internet. Se pueden establecer alianzas con empresas para apoyo técnico y donaciones, y vincular a voluntarios como estudiantes universitarios o profesionales jubilados para apoyar a los docentes en la implementación de proyectos STEM.

6. FINANCIACIÓN

Este artículo fue desarrollado en el marco del proyecto Ambientes de aprendizaje para la integración disciplinar bajo el enfoque STEM apoyados por tecnologías digitales, financiado por Aula Amigas, con la colaboración en recursos en especie proporcionados por la Universidad Pontificia Bolivariana.

7. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: F.O.A.-F, O.L.A.V., L.M.C.V., I.C.A.U.; Adquisición de financiación: L.M.C.V.; Investigación: F.O.A.-F, O.L.A.V., L.M.C.V., I.C.A.U.; Metodología: F.O.A.-F, O.L.A.V., L.M.C.V., I.C.A.U.; Administración del proyecto: L.M.C.V.; Recursos: L.M.C.V.; Supervisión: L.M.C.V.; Validación: F.O.A.-F, O.L.A.V., L.M.C.V., I.C.A.U.; Visualización: O.L.A.V.; Redacción—preparación del borrador original: F.O.A.-F, O.L.A.V.; Redacción—revisión y edición: F.O.A.-F, O.L.A.V., L.M.C.V., I.C.A.U.

8. REFERENCIAS

- Acosta, C. (2023). Carreras universitarias relacionadas con las TIC son una demanda creciente en el país. *La República*. <https://www.larepublica.co/>.
- Agudelo, C. M., y Gonzáles-Reyes, R. A. (2024). Diseño de un programa de Formación Docente en Educación con enfoque STEM para ciudades intermedias. *Revista Boletín Redipe: 13* (11), 100-123. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/2185/2181>.
- Arifin, N. and Mahmud, S. (2021) A Systematic Literature Review of Design Thinking Application in STEM Integration. *Creative Education*, 12, 1558-1571. doi: [10.4236/ce.2021.127118](https://doi.org/10.4236/ce.2021.127118).
- Asunda, P. A. (2012). Standards for technological literacy and STEM education delivery through career and technical education programs. *Journal of Technology Education*, 23(2), 44-60. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:154260592>.
- Benites, E. A., y Barzallo, S. A. (2019). STEAM como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales. *Identidad Bolivariana*, 1-12.
- Barab, S., y Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1–14. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1.
- Cabrera, A., Cabobianco, M. O., León, C. (2023). Desafíos y Oportunidades en la Alfabetización STEM: Una Mirada desde la Perspectiva de los Jóvenes en América Latina. En N. Callaos, J. Horne, B. Sánchez, A. Tremante (Eds.), *Memorias de la Vigésima Segunda Conferencia*

- Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática: CИСCI 2023*, pp. 226-232. International Institute of Informatics and Cybernetics. <https://doi.org/10.54808/CISCИ2023.01.226>
- Cardetti, Fabiana y Orgnero, M. (2013). Improving Teaching Practice Through Interdisciplinary Dialog. *Studying Teacher Education: a journal of self-study of teacher education practices*. <https://doi.org/10.1080/17425964.2013.831756>.
- Castañeda, L., Salinas, J. y Adell, J. (2020). Hacia una visión contemporánea de la Tecnología Educativa. *Digital Education Review*, 37, 240-268. <https://doi.org/10.1344/der.2020.37.240-268>.
- Castro Rodríguez, E., y Montoro Medina, A. B. (2021). Educación STEM y formación del profesorado de Primaria en España. *Revista de educación*.
- de Benito Crosetti, B., y Salinas Ibáñez, J. M. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. *RiITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*. <https://doi.org/10.6018/riite2016/260631>.
- Cheng, G., y Chau, J. (2014). Exploring the relationships between learning styles, online participation, learning achievement and course satisfaction: An empirical study of a blended learning course. *British Journal of Educational Technology*, 47(2), 257-278. <https://doi.org/10.1111/bjet.12243>.
- Cifuentes, A. P., y Caplan, M. (2019). Experiencias de educación STEM en el ámbito formal y rural. En N., Moreno (Comp.), *Educación STEM/STEAM: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos* (pp. 27-39). Fondo Editorial Universitario Servando Garcés. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8093331>.
- De Sola, V. (2011). Propuesta de un plan de evaluación dentro de los parámetros de evaluación multidireccional y por competencias, para evaluar materias de laboratorio en carreras universitarias [Doctoral dissertation, Universidad Monteávila].
- Díaz, A. (2023). Necesitamos a más jóvenes en STEM. *Forbes Centroamérica*. <https://forbescentroamerica.com/>.
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM: componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 21(2), 29-42. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>.
- Duarte D., Jakeline. (2003). Ambientes de Aprendizaje: Una Aproximación Conceptual. *Estudios pedagógicos* (Valdivia), (29), 97-113. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052003000100007>.
- Fan, S. C., Yu, K. C., y Lin, K. Y. (2020). A framework for implementing an engineering-focused STEM curriculum. *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10129-y>.
- Fuentes, M. de las M. (2019). *Enriquecimiento de la formación de docentes STEM en experiencias gamificadas mediante el modelo pedagógico TPACK*. [Tesis doctoral. Universitat Rovira I Virgili]. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/668973/TESI.pdf>.

- Fuertes Camacho, M. T., y Fernández Morilla, M. (2023). STEM education in childhood: perceptions of teachers. *TECHNO Review: International Technology, Science and Society*. <https://doi.org/10.37467/revtechno.v13.4789>.
- Hernández, J. G., y Neira, R. H. (2022). Brecha en la vocación de los estudiantes por profesiones STEM y el mercado laboral europeo. *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, (35), 22-32.
- Lopera, J. M. (2022). Inspiración e innovación: caso Aulas AMiGAS y TOMi.digital. https://www.eafit.edu.co/escuelas/administracion/emprendimiento-academico/bitacora-de-innovacion/casos-catedra-de-innovacion/Documents/Aulas_Amigas_catedra.pdf.
- Macancela-Coronel, G. F., García-Herrera, D. G., Erazo-Álvarez, C. A. y Erazo-Álvarez, J. C. (2020). Comprensión del aprendizaje interdisciplinar desde la educación STEM. *EPISTEME KOINONIA*, 3(1), 117-139. <https://fundacionkoinonia.com.ve/ojs/index.php/epistemekoinonia/article/download/995/1784>.
- Margot, K.C., Kettler, T. Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *IJ STEM Ed* 6, 2 (2019). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>.
- Martínez, R. C. J., Zúñiga, C. P. C., Velázquez, M. R., y Llerena, E. M. V. (2023). Fortaleciendo la empleabilidad: Upskilling y Reskilling como clave para un futuro laboral en perpetua transformación. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v11iEspecial.3910>.
- Masaquiza, R. R. C., Arce, K. L. R., Pozo, D. I. L., y Gualoto, O. I. P. (2024). Desarrollo de habilidades del siglo XXI a través de la educación STEM. *Revista Imaginario Social*, 7(2). <https://doi.org/10.59155/is.v7i2.191>.
- McKinsey Global Institute (2017). *Technology, jobs, and the future of work*.
- Moreno, C. (2019). *Efectos del Aprendizaje Experiencial en las Habilidades Científicas de los Estudiantes de Tercer Grado*. [Trabajo de grado de maestría. Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/bd5439db-970b-46d8-a6ae-b795c4f31434/content>.
- Moomaw, S. (2013). *Teaching STEM in the early years: Activities for integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Redleaf Press.
- National Academy of Engineering and National Research Council (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>.
- Núñez, D. S., Vargas, H. H., Vasquez, F. J., Andrade, W. de J., y Espinoza, F. L. (2023). Educación STEM: Una revisión de enfoques interdisciplinarios y mejores prácticas para fomentar habilidades en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 2023-2045. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5453.

- Ramos-Lizcano, C., Ángel-Uribe, I. C., López-Molina, G., y Cano-Ruiz, Y. M. (2022). Elementos centrales de experiencias educativas con enfoque STEM. *Revista Científica*, 45(3), 345-357. <https://doi.org/10.14483/23448350.192981>.
- Ribosa, J. (2020). El docente socioconstructivista: un héroe sin capa. *Educación*, 56(1), 77-90.
- Rodríguez, C. M. A., y González-Reyes, R. A. (2024). Diseño de un programa de Formación Docente en Educación con enfoque STEM para ciudades intermedias. *Revista Boletín Redipe*, 13(11), 100-123. <https://doi.org/10.36260/xs0abz60>.
- Sánchez, M.M. (2023). Los desafíos de la Tecnología Educativa. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 14, 1-5. <https://doi.org/10.6018/riite.572131>.
- Sampieri, R. H. (2006). Ampliación y fundamentación de los métodos mixtos. Recuperado de: <https://www.sandrameza.net/metodologiapdf/12.pdf>.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2725746>.
- Sarican, G., y Akgunduz, D. (2018). The Impact of Integrated STEM Education on Academic Achievement, Reflective Thinking Skills towards Problem Solving and Permanence in Learning in Science Education. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 13(1), 94-107. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1196043.pdf>.
- Soto, A., Oliveros, M. A., y Roa, R. I. (2022). Curso Taller STEAM para Docentes: una evaluación formativa. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, 10(24), 1-20. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2022.24.82377>.
- Struyf, A., De Loof, H., Boeve-de Pauw, J., y Van Petegem, P. (2019). Students' engagement in different STEM learning environments: Integrated STEM education as promising practice?. *International Journal of Science Education*, 41(10), 1387-1407. doi: 10.1080/09500693.2019.1607983.
- Wang, F., Hannafin, M.J. Design-based research and technology-enhanced learning environments. *ETR&D* 53, 5-23 (2005). <https://doi.org/10.1007/BF02504682>.
- World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. World Economic Forum. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf.
- Wu-Rorrer, R. (2017). Filling the gap: Integrating STEM into career and technical education middle school programs: There is no single strategy for approaching STEM integration. *Technology and Engineering Teacher*, 77 (2), 8. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1156370>.







Para citar este artículo:

Amaya-Fernández, F. O., Agudelo Velásquez, O. L., Cano Vasquez, L. M., y Angel Uribe, I. C. Metodología de formación docente: implementando la educación STEM en establecimientos educativos. *EduTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (90), 34-53. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.90.3393>



Efectividad de las tecnologías inmersivas para potenciar el aprendizaje en educación superior: una revisión sistemática

Effectiveness of immersive technologies to enhance learning in higher education: a systematic review

-   Sonia Martínez-Requejo (S.M.-R.); Universidad Europea de Madrid (España)
-   Beatriz Lores-Gómez (B.L.-G.); Universitat Jaume I (España)
-   Judit Ruiz-Lázaro (J.R.-L.); Universidad Nacional de Educación a Distancia (España)

RESUMEN

Las tecnologías digitales han revolucionado la educación, ofreciendo oportunidades para crear entornos de aprendizaje enriquecidos que se asemejan cada vez más a la realidad. Por ello, es fundamental comprender cómo estas tecnologías pueden mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta revisión se ha realizado para reconocer la evidencia científica sobre la efectividad de las tecnologías inmersivas en el ámbito de la educación superior. Siguiendo la Declaración PRISMA-P se seleccionaron 27 estudios relevantes que cumplieran con los criterios de inclusión establecidos. Los resultados revelaron que los estudios analizados consistían principalmente en investigaciones cuasiexperimentales, experimentales o estudios de caso, realizados en universidades internacionales y con estudiantes de áreas científico-técnicas. Con relación a la efectividad pedagógica, se encontró que el grado de inmersión en las experiencias educativas, la práctica recurrente y la implementación de actividades didácticas antes y después del uso de las tecnologías inmersivas eran factores determinantes para lograr resultados efectivos. Estos hallazgos respaldan la importancia de diseñar experiencias de aprendizaje inmersivas que involucren activamente a los estudiantes, dándoles la oportunidad de practicar y aplicar los conocimientos adquiridos. Esta revisión sistemática proporciona evidencia científica sólida sobre la efectividad de las tecnologías inmersivas en la Educación Superior.

ABSTRACT

Digital technologies have revolutionised education, offering opportunities to create enriched learning environments that increasingly resemble reality. It is therefore essential to understand how these technologies can enhance the teaching-learning process. This review has been conducted to acknowledge the scientific evidence on the effectiveness of immersive technologies in higher education. Following the PRISMA-P Statement, 27 relevant studies were selected that met the established inclusion criteria. The results revealed that the studies analysed consisted mainly of quasi-experimental, experimental or case study research, conducted at international universities and with students from scientific-technical fields. With regard to pedagogical effectiveness, it was found that the degree of immersion in the educational experiences, recurrent practice and the implementation of didactic activities before and after the use of immersive technologies were determining factors in achieving effective results. These findings support the importance of designing immersive learning experiences that actively engage students, giving them the opportunity to practice and apply the knowledge they have acquired. This systematic review provides solid scientific evidence on the effectiveness of immersive technologies in Higher Education.

PALABRAS CLAVE - KEYWORDS

Tecnología educativa, aprendizaje, simulación, enseñanza superior, universidad
Educational technology, learning, simulation, higher education, university



1. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías digitales han permitido generar entornos de aprendizaje enriquecidos que favorecen la generación de experiencias próximas a la realidad. Dependiendo del grado de interactividad e inmersión se habla de realidad aumentada, virtual o mixta (Cabero-Almenara et al., 2022).

Si se centra la atención en las semejanzas y las diferencias, la realidad virtual (en adelante, RV) permite una inmersión completa en un entorno simulado tecnológicamente (Cózar-Gutiérrez et al., 2019). Para ello, es necesario disponer de periféricos (gafas o cascos) también llamados HMD (*head mounted display*) que aporten un estímulo sensorial, visual y auditivo, que nos transporte a una realidad alternativa. Cuanto más realista sea el entorno y las condiciones de integración (control de temperatura o texturas del suelo), más se puede disfrutar de una sensación cercana a la realidad, como si lo que se viviese estuviera sucediendo realmente (Lannutti, 2022).

Por otro lado, cuando se habla de realidad aumentada (en adelante, AR por sus siglas en inglés) se hace referencia a objetos de la vida real enriquecidos con objetos virtuales, lo que aporta nuevas formas de interacción con el entorno (Martínez-Pérez et al., 2021). En este caso no se “engaña” a la vista como sucede con la VR, sino que se añaden capas de información en un entorno físico real. Esta tecnología permite una mayor movilidad espacial con respecto a la VR puesto que con ella es preciso limitar el espacio por cuestiones de seguridad y funcionamiento. En contrapartida, con la AR se pierde la perspectiva de inmersión absoluta en una realidad paralela.

A su vez, las realidades mixtas (en adelante, MR) van un paso más allá con respecto a la AR. En este caso, no se superponen capas de información a la realidad, sino que la realidad física y la virtual se encuentran fusionadas. Autores como Marín-Díaz et al. (2022) defienden que este tipo de tecnología aprovecha las ventajas de la VR y la AR y genera entornos inmersivos que entremezclan realidad y virtualidad.

El conjunto de estas tecnologías inmersivas (VR, AR y MR) e incluso a las tecnologías hápticas, aquellas que usan otros mecanismos sensoriales para ofrecer al usuario una experiencia más realista, se unen bajo el término de realidades extendidas o XR (Brown et al., 2020). Estas permiten crear nuevos entornos que no dependen de las condiciones físicas del entorno y que facilitan diferentes situaciones de aprendizaje. En este sentido, las tecnologías inmersivas abren la puerta a la inversión en tecnología y dispositivos frente a la inversión en instalaciones, aspecto que flexibiliza los límites de las aulas tal y como se conciben actualmente.

La integración de tecnologías inmersivas en entornos universitarios favorece la creación de “ambientes de aprendizaje inteligentes” caracterizados por la ubicuidad, la transparencia y la inteligencia (Lilia & Aspera, 2011). Como explican estos mismos autores, “imaginemos que, en un futuro muy cercano, todo el entorno físico está personalizado y se adapta a las necesidades de cada persona, las instalaciones, la iluminación, los servicios provistos, entre otros” (p.131).

Una de las principales ventajas de usar este tipo de tecnologías es su posibilidad para favorecer que el aprendiz se vea inmerso en mayor o menor medida en una situación difícilmente replicable en la vida real, ya sea por seguridad o por la dificultad para controlar otros

parámetros de la experiencia. En este sentido, como explican Sirakaya y Cakmak (2018), pueden proporcionar experiencias efectivas y descubrir nuevas oportunidades para un desarrollo rápido de habilidades. De este modo, los entornos de aprendizaje son seguros y controlados y favorecen el desarrollo de habilidades y competencias a través de una retroalimentación inmediata acerca de los conocimientos adquiridos y el nivel de desarrollo competencial basado en el learning by doing (Delello, 2014; Shelton & Hedley, 2002; Singhal et al., 2012; Yuen et al., 2011). Otros autores mencionan una ventaja añadida y argumentan su influencia positiva en la percepción de autoeficacia de los estudiantes (Sirakaya & Cakmak, 2018), seguramente debida a la posibilidad de practicar sin riesgo habilidades fundamentales en su proceso de aprendizaje y recibiendo un feedback inmediato de su desempeño. Esto permite, además, utilizarlas para mejorar el compromiso escolar del alumnado (Ruiz-Lázaro et al., 2024), atender necesidades específicas de aprendizaje o para facilitar el acceso a personas con diversidad funcional y mejorar el desarrollo de habilidades también en otras etapas educativas (Zorrilla et al., 2023).

El informe Horizon recoge las tendencias en tecnologías digitales en distintas etapas educativas. Concretamente, en su edición centrada en Educación Superior, incorpora, en varias ocasiones, el uso de tecnologías inmersivas desde el año 2010 hasta la actualidad (Brown et al., 2020; Pelletier et al., 2021). A lo largo de los años las tecnologías inmersivas se mencionan con distintas denominaciones y enfoques de forma irregular. Especialmente, se subraya que a pesar de las dificultades técnicas que presenta y la necesidad de inversión para su implementación, se opta por emplearse en periodos temporales cortos, aunque se mantiene informe tras informe. En este sentido, Brown et al. (2020) indican que, en Educación Superior, se está experimentando de manera activa con las tecnologías inmersivas en los planes de estudio y que a pesar de los obstáculos actuales (como pueden ser el costo del equipo o el esfuerzo que supone la creación de contenidos) las posibilidades pedagógicas que ofrece son todavía muy amplias para el aprendizaje. Recientemente, la realidad extendida se entremezcla con la Inteligencia Artificial para ofrecer una mejor experiencia de aprendizaje en los estudiantes.

Con el fin de explorar la adopción y la efectividad de las prácticas implementadas en contextos universitarios, el objetivo general del presente estudio es analizar la evidencia científica sobre la aplicación de las tecnologías inmersivas en Educación Superior para fomentar experiencias de aprendizaje significativas que influyan positivamente en la adquisición de aprendizajes y competencias. Por lo tanto, se pretende dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación (P):

- P1. ¿Cuáles son las palabras clave de los estudios analizados? ¿cómo se relacionan entre sí?
- P2. ¿Qué tipo de tecnologías inmersivas se han implementado en Educación Superior?
- P3. ¿En qué ámbitos de aplicación de la enseñanza superior se utilizan las tecnologías inmersivas?
- P4. ¿Qué resultados de aprendizaje se muestran derivados del uso de las tecnologías inmersivas en la enseñanza superior?
- P5. ¿Qué factores influyen en la efectividad pedagógica de las tecnologías inmersivas?

2. MÉTODO

En esta investigación se ha realizado una revisión sistemática de la literatura basada en la Declaración PRISMA-P (Urrutia & Bonfill, 2010; Moher et al., 2015) (ver Tabla 1).

Tabla 1

Descripción del procedimiento de revisión sistemática.

Etapa	Descripción
1. Delimitación y búsqueda de los documentos.	Cumplimentación de los ítems del protocolo PRISMA-P. Posteriormente, se realizó la búsqueda de los documentos en las bases de datos científicas seleccionadas.
2. Cribado de los documentos.	Se realizó el cribado de los artículos según los criterios de elegibilidad (inclusión y exclusión). Pasos: 1) Exclusión de los documentos duplicados; 2) Revisión por título; 3) Revisión por resumen / abstract; 4) Localización y obtención de los documentos seleccionados.
3. Análisis de los documentos hallados.	Se realizaron dos tipos de análisis distintos: Análisis cuantitativo de toda producción científica resultante (n=32). Análisis cualitativo de los documentos seleccionados (n=27) con el fin de responder a los objetivos y a las preguntas de investigación planteadas al inicio del proceso.

Los documentos analizados se obtuvieron mediante la siguiente fórmula de búsqueda: “immersive technologies” AND “learning outcomes” AND “higher education”. Para hacer la búsqueda se consultaron cuatro bases de datos científicas relevantes para el campo de la educación; Web of Science (WoS), Scopus y Educational Resources Information Center (ERIC) y Teacher Reference. A continuación, se muestran los criterios de elegibilidad seleccionados (ver Tabla 2).

Tabla 2

Criterios de elegibilidad para realizar el cribado de la revisión sistemática.

Criterios de elegibilidad	Descripción
Inclusión	<p>Tipo de estudios: publicaciones arbitradas. Artículos de revistas científicas que describen experiencias y obtención de resultados cuantitativos y cualitativos sobre la aplicación de tecnologías inmersivas para el aprendizaje en educación superior con una finalidad pedagógica.</p> <p>Tipo de población: estudios de cualquier nacionalidad que evalúen experiencias piloto y otras de más amplio recorrido encaminadas a la formación de grado y/o postgrado.</p> <p>Contenido: estudios que midan los resultados de aprendizaje derivados del uso de tecnología inmersiva como una variable de resultado usando instrumentos de prueba, observación del rendimiento de los estudiantes y muestras de trabajo de los estudiantes.</p> <p>Diseño del estudio: estudios descriptivos, experimentales, experiencias piloto, estudios de caso.</p> <p>Periodo temporal: desde 2018 hasta 2023.</p> <p>Idioma: inglés y español.</p>
Exclusión	<p>Tipo de estudios: libros, capítulos de libros o publicaciones no arbitradas.</p> <p>Tipo de población: publicaciones que contuvieran experiencias con tecnologías inmersivas (VR, AR y MR) para fines lúdicos o comerciales y aquellas que no aporten datos cuantitativos o cualitativos acerca de su aplicación educativa.</p> <p>Contexto: no universitario.</p> <p>Contenido: estudios que utilizaron tecnologías inmersivas como herramienta de evaluación, diagnóstico o terapia.</p> <p>Se excluyen estudios centrados en RA o RV no inmersiva.</p> <p>Diseño del estudio: estudios con carencias en la presentación de la metodología del estudio o con falta de información respecto al diseño del estudio.</p> <p>No disponibles a texto completo.</p> <p>Se excluyen estudios referidos a metaverso (que no implican experiencia sensorial inmersiva).</p> <p>Se excluyen revisiones sistemáticas de la literatura.</p>

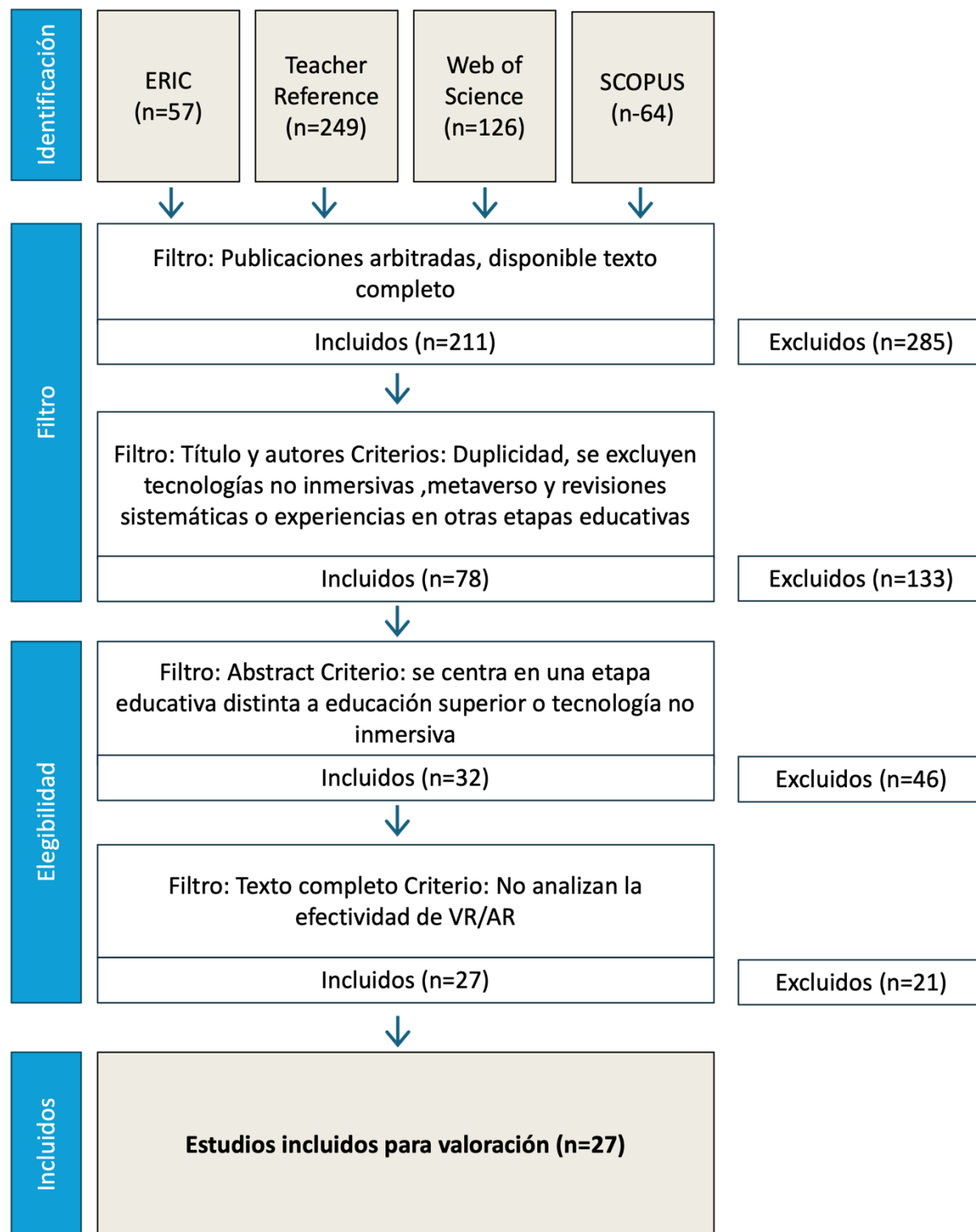
La presente revisión sistemática se ha realizado colaborativamente por los integrantes de esta investigación. De esta manera, todas las referencias se han revisado de forma individual con la finalidad de minimizar los posibles sesgos producidos por las distintas opiniones de los investigadores. En los documentos donde se hallaron discrepancias, se reevaluaron con posterioridad conjuntamente para llegar a un punto de consenso y unanimidad.

3. RESULTADOS

En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo realizado en la revisión sistemática.

Figura 1

Diagrama de flujo PRISMA-P



3.1. Muestra analizada

La muestra de documentos analizados se muestra en la Tabla 3, la información está organizada según la referencia bibliográfica y el país.

Tabla 3

Datos identificativos de los documentos incluidos para su análisis.

Número	Referencia bibliográfica	País	Número	Referencia bibliográfica	País
1	(Agbo et al., 2023)	Nigeria	15	(Chan et al., 2022)	EEUU
2	(Bennie et al., 2019)	Reino Unido	16	(Makransky & Lilleholt, 2018)	Dinamarca
3	(Filter et al., 2020)	Alemania	17	(Chan et al., 2021)	EEUU
4	(Hajirasouli et al., 2023)	Australia	18	(Ho et al., 2019)	China
5	(Hutson & Olsen, 2022)	EEUU	19	(Birbara & Pather, 2021)	Australia
6	(Klippel et al., 2020)	EEUU	20	(Taçgin, 2020)	Turquía
7	(Marks & Thomas, 2022)	Australia	21	(Shadiev et al., 2021)	China
8	(Parong et al., 2020)	EEUU	22	(Huang et al., 2021)	USA
9	(Zhao et al., 2022)	EEUU	23	(Lui et al., 2020)	Canadá
10	(Zhou et al., 2020)	China	24	(Klingenberg et al., 2020)	Dinamarca
11	(Liu et al., 2022)	China	25	(Takagi et al., 2019)	Japón
12	(Pande et al., 2021)	Dinamarca	26	(Macnamara et al. 2021)	Reino Unido
13	(Reinke et al., 2021)	Australia	27	(Detyna & Kadiri, 2020)	Reino Unido
14	(Elme et al., 2022)	Dinamarca			

3.2. Resultados obtenidos

A continuación, se exponen los resultados derivados del análisis de documentos incluidos en la revisión (N=27), a partir de las preguntas de investigación planteadas.

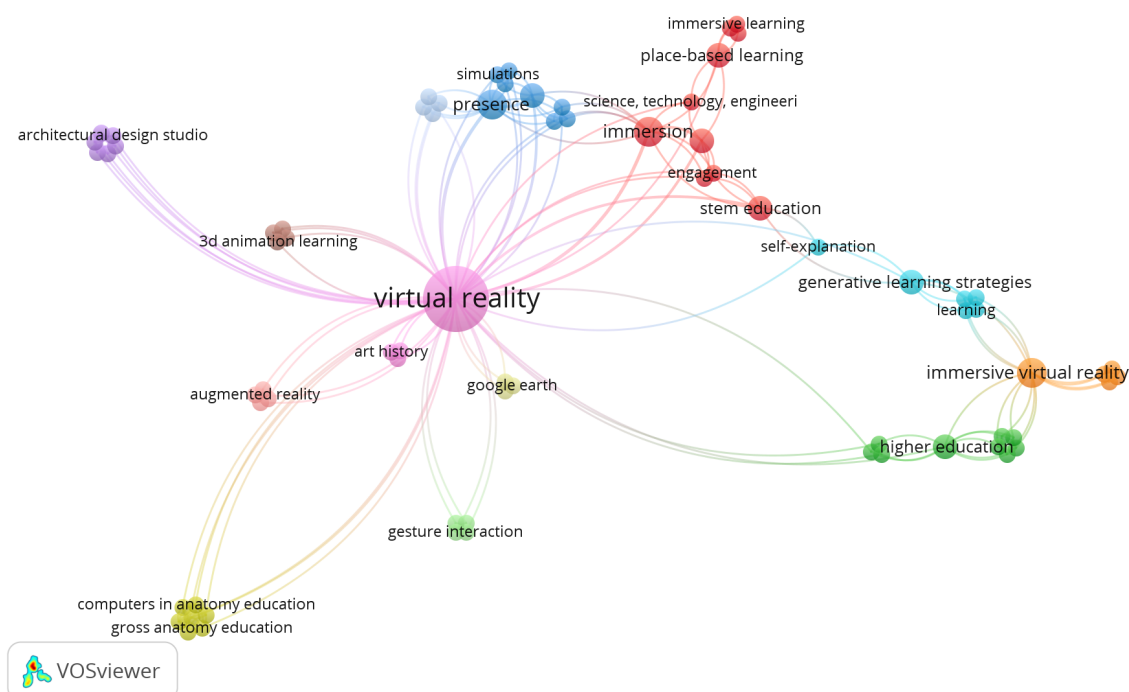
3.2.1. Palabras clave de los documentos y su relación entre ellas

Mediante VosViewer y las bases de datos seleccionadas se localizaron las palabras clave sobre las que se fundamenta esta investigación (Figura 2). Se identificaron los grupos de palabras con

mayor incidencia, destacando especialmente aquellos relacionados con el conjunto de términos vinculados a la RV. El análisis de clúster obtenido permite visualizar las redes de co-términos al mismo nivel y las relaciones que se presentan con mayor frecuencia entre los distintos términos.

Figura 2

Red de palabras clave y su conglomerado.



Destacan cuatro grandes agrupaciones, delimitadas por colores: simulaciones, aprendizaje inmersivo, estrategias de aprendizaje generativas y realidad virtual inmersiva. Estos resultados sirven para conocer cuáles son las palabras clave recurrentes en los estudios analizados y en este caso, son útiles para vincular estudios sobre tecnología inmersiva en Educación Superior.

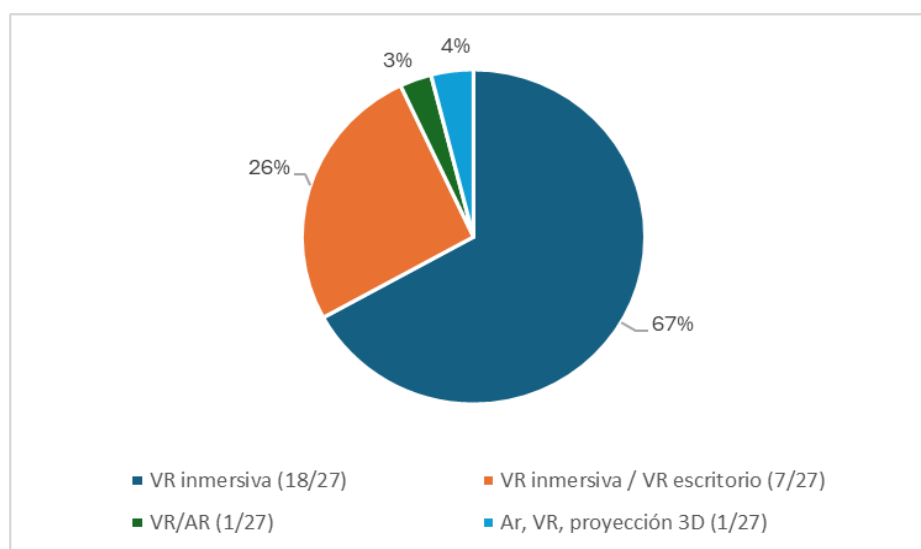
En la Figura 2, el nodo central corresponde a la RV, mientras que la RA aparece como un nodo de menor relevancia. Alrededor de este nodo central, se agrupan varios términos relacionados con la inmersión tales como: aprendizaje inmersivo, realidad virtual inmersiva e inmersión. También emergen términos asociados a estrategias pedagógicas como: las estrategias de aprendizaje generativo y la autoexplicación. Además, se observan referencias a diversos ámbitos de aplicación como STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), diseño arquitectónico, historia del arte, anatomía, ciencia y tecnología. Finalmente, los términos aprendizaje y compromiso destacan como los principales resultados asociados.

3.2.2. Tecnologías inmersivas en educación superior

Tomando como referencia la denominación propuesta en los Informes *Horizon* analizados previamente, y con la intención de responder a la primera pregunta de investigación, se ha revisado en cada uno de los documentos cuál es el tipo de tecnología que se aplica. Algunos de ellos comparan varias tecnologías como la realidad aumentada (AR), la versión de realidad virtual (VR) de escritorio que presentan menor grado de inmersión o las proyecciones 3D (Filters et al, 2020; Hajirasouli et al, 2023; Klippel et al, 2020; Zhao et al, 2022; Zhou et al, 2020; Makransky & Lilleholt, 2018; Chan et al, 2021 y Huang et al, 2021).

Figura 3

Distribución temporal de los documentos analizados (N=27)



En la Figura 3, más de la mitad de los estudios analizados integran la realidad virtual inmersiva a través de dispositivos como cascos (67%) (18/27). Asimismo, en el caso concreto de Macnamara et al. (2021) se completa la experiencia con un maniquí que posee retroalimentación háptica para generar una experiencia más realista.

Por su parte, hay un número relevante de estudios (26%) (7/27) que comparan la VR inmersiva con su versión de escritorio a fin de analizar cómo influye el grado de inmersión en la experiencia de aprendizaje, cuestión en la que se profundiza posteriormente.

De todos los estudios analizados, dos de ellos (Takagi et al, 2019; Shadiev et al, 2021) crean *ad hoc* el recurso tecnológico de RV evaluado (7%) (2/27), el resto usan recursos ya existentes en el mercado (93%) (25/27).

3.2.3. Ámbitos de aplicación de las tecnologías inmersivas en educación superior

El 100% de los estudios recopilados involucraron a estudiantes y docentes de diferentes titulaciones, brindando una visión amplia de los ámbitos de aplicación de las tecnologías inmersivas. La integración de este tipo de tecnologías es más frecuente en las titulaciones de Biología (18,5%) (5/27) y Medicina (11%) (3/27). Además, se describen experiencias desarrolladas en titulaciones técnicas como Arquitectura, Geología, Ingenierías, Bioquímica,

Odontología, Química y Enfermería y otras no técnicas como Arte y Educación. El 18,5% (5/27) de los estudios analizados involucra a estudiantes de varias titulaciones para reforzar competencias transversales como el respeto al medio ambiente (Filter et al., 2020), la orientación espacial (Parong et al., 2020; Huang et al., 2021) o para analizar la efectividad de los propios recursos tecnológicos usados por su capacidad de inmersión (Detyna & Kadiri, 2020; Zhou et al, 2020).

Estos estudios muestran cómo las tecnologías inmersivas pueden mejorar la comprensión de conceptos arquitectónicos, facilitar la programación y el pensamiento lógico, simular excavaciones geológicas, fomentar la creatividad artística, analizar o generar obras de arte, entrenar en procedimientos clínicos, explorar fenómenos científicos o mejorar la comprensión de la química.

Figura 4

Titulaciones que cursan los estudiantes participantes de las experiencias analizadas.



En la Figura 4, se observa que las titulaciones de carácter técnico son las más presentes en estudios de este tipo por los beneficios derivados para generar prácticas repetidas en entornos seguros y con un coste menor que en entornos de prácticas reales. Además, se trabajó indistintamente con estudiantes de primeros y últimos cursos de grado.

3.2.4. Evaluación de resultados de aprendizaje derivados del uso de las RE inmersivas

Los principales resultados observados en los estudios analizados tienen relación con la comprensión de conceptos, el aprendizaje auto percibido o el rendimiento académico. De hecho, el 32% (9/27) de los estudios mencionan los efectos del uso de tecnologías inmersivas

en el aprendizaje bien a través de encuestas o pruebas de conocimientos, lo que está vinculado a aprendizajes de tipo cognitivo.

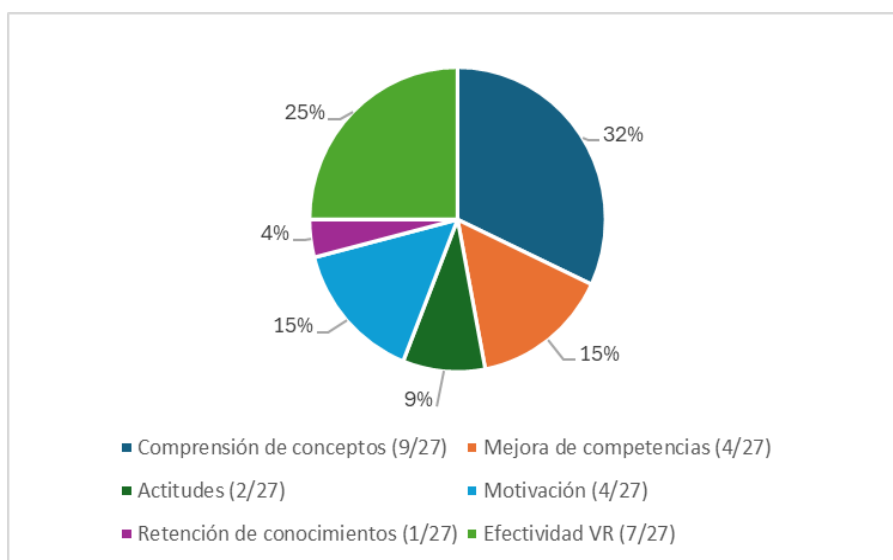
Otras dimensiones como la mejora de competencias (15%) (4/27) y los cambios actitudinales (9%) (2/27) se analizan en los documentos. Estas dimensiones conectan directamente con aprendizajes de tipo procedimental o incluyen el factor emocional. Las competencias para las que se demuestra eficaz la realidad virtual inmersiva son la creatividad, el trabajo en equipo, el desarrollo de procedimientos, el razonamiento espacial o la orientación. Por su parte, las actitudes en las que se ha generado un cambio positivo han sido el respeto al medio ambiente, la inteligencia emocional, la interculturalidad y la eficacia auto percibida o confianza en los propios conocimientos o capacidades.

Por su parte, varios estudios (25%) (7/27) valoran la efectividad de los recursos tecnológicos empleados por su efectividad en términos de aprendizaje. En siete de los documentos se compararon y analizaron los efectos en el aprendizaje del grado de inmersión tecnológica comparando varias opciones como la realidad virtual inmersiva y de escritorio o los vídeos 360 frente a vídeos 2D. En otros dos estudios (Lui et al, 2020; Liu et al. 2022) analizaron cuestiones técnicas como el uso de guías visuales o la posición más efectiva (sentados versus de pie) y por último en dos de los estudios implementados con estudiantes de medicina (7%)(2/27) se valora especialmente el grado de fidelidad, en uno de ellos se incorpora además un maniquí con retroalimentación háptica (Macnamara et al., 2021).

Sin embargo, tan solo un 4% (1/27) de los estudios contemplaron la medida de la retención o memoria de lo aprendido a corto y a medio plazo o la transferencia de lo aprendido, lo que supone otra dimensión esencial del aprendizaje (ver Figura 5).

Figura 5

Resultados de aprendizaje derivados del uso de las tecnologías inmersivas.



3.2.5. Factores que influyen en la efectividad pedagógica de las tecnologías inmersivas

La efectividad pedagógica de las tecnologías inmersivas no solo depende de su mera implementación, sino también de una serie de factores que influyen en su integración. El 100% de los estudios analizados examinan los factores que impactan en la efectividad pedagógica de las tecnologías inmersivas. Concretamente, tienen como finalidad proporcionar una comprensión más profunda sobre cómo maximizar su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Todos ellos se enumeran a continuación.

a. Conocimientos previos

El alumnado debe estar familiarizado con los conceptos a trabajar en un entorno inmersivo, tal y como sucede en las simulaciones complejas que se realizan en el ámbito médico ya que los conocimientos previos influyen directamente en el aprendizaje y son requisito para aprovechar de manera óptima la experiencia. Así, en el estudio realizado por Lui et al. (2020) se comparó el aprendizaje de distintos grupos de estudiantes con distinto nivel de dominio previo y se confirmó que el uso de tecnologías inmersivas se percibió como más eficaz para alumnado de cursos superiores (Shadiev et al., 2021).

Además, es importante considerar que las tecnologías inmersivas son especialmente eficaces para interiorizar procedimientos o actitudes muy concretos, pero es preciso trabajar el dominio de conceptos básicos relacionados con la práctica inmersiva con anterioridad a la misma.

b. Diseño de la experiencia de aprendizaje

La creación de situaciones de aprendizaje que sean relevantes, y estimulantes puede mejorar la participación y el compromiso del estudiante, así como su aprendizaje. El diseño cuidadoso de escenarios de aprendizaje inmersivos, que integren de manera efectiva los objetivos de enseñanza, los contenidos y las actividades interactivas, puede potenciar la adquisición de conocimientos y habilidades.

Acorde a esta idea Agbo et al. (2023) validan un modelo que presenta ocho factores determinantes en el diseño de la experiencia de aprendizaje con tecnologías inmersivas a fin de que el alumnado obtenga el máximo beneficio en su aprendizaje son; claridad de objetivos, desafío, retroalimentación, inmersión, adecuación de los contenidos o materiales didácticos, comprensión, pensamiento reflexivo e interacción. Muchos de estos factores se mantienen presentes en el resto de los estudios analizados.

Por su parte, por Hajirasouli et al. (2023) sugieren mantener un enfoque constructivista que tenga muy presente las necesidades del alumnado para generar un proceso participativo, experiencial y orientado a la mejora a nivel cognitivo, procedimental y actitudinal. Un buen ejemplo de ello es la experiencia que describen en su experiencia con estudiantes de Arquitectura en el que el alumnado en pequeños grupos realiza un diseño 3D de un edificio que después presenta en un entorno de realidad virtual inmersiva a socios del proyecto, otros estudiantes y docentes. En esta experiencia la tecnología se usa de forma activa y creativa y no únicamente para realizar prácticas dirigidas.

Otros artículos recomiendan realizar actividades previas al uso de las tecnologías inmersivas que ayudan a conocer o repasar los conocimientos previos requeridos, y otras actividades con

posterioridad a la experiencia, pero próximas en el tiempo, que fomenten la metacognición y se realicen de forma individual u otras que refuercen el trabajo en equipo (Zhao et al., 2022). De ese modo se refuerza el aprendizaje y su transferencia o aplicabilidad. Klingenberg et al. (2020) las llaman estrategias de aprendizaje generativo y enumeran actividades recomendadas como la realización de resúmenes o presentaciones. Elme et al. (2022), por su parte, recomiendan introducir actividades de auto-explicación para reforzar el aprendizaje adquirido durante la práctica inmersiva. Lo que confirman los estudios analizados es que incorporando estas actividades se mejora la autoeficacia, la retención y la transferencia de conocimiento además de impulsar la eficacia pedagógica del uso de estas tecnologías.

c. Práctica repetida

Otro de los factores relevantes para incrementar la eficacia pedagógica es la práctica repetida a lo largo del curso. Los estudios que definen experiencias puntuales (Reinke et al, 2021; Ho et al., 2019) muestran resultados menos concluyentes o contundentes que aquellos que se integran en la dinámica habitual de una materia de forma continuada o para aquellos que hicieron varias prácticas en lugar de una única (Shadiev et al., 2021; Hutson & Olsen, 2022; Elme et al., 2022).

Además, se aconseja que las experiencias con tecnologías inmersivas sean de corta duración y siempre complementadas con actividades didácticas como ya se ha mencionado en el apartado anterior.

d. Inmersión dirigida

La contextualización de los contenidos educativos dentro de entornos inmersivos facilita la transferencia de conocimiento a situaciones reales. Al proporcionar a los estudiantes experiencias inmersivas se recorre un doble proceso, el cognitivo y el emocional y, a mayor inmersión y mejor usabilidad mejoran los resultados de aprendizaje ya que se fortalece su capacidad para transferir el conocimiento adquirido a situaciones del mundo real (Makransky & Lilleholt, 2018).

Asimismo, la experiencia inmersiva, cuando es dirigida favorece un mejor rendimiento. Liu et al. (2022) lo comprobaron al analizar el uso de pistas visuales o sonoras en los vídeos 360. Ayudar a guiar la atención evita perder información relevante o reducir la experiencia inmersiva. A veces un entorno de aprendizaje con una alta capacidad inmersiva puede resultar apabullante y es importante que el alumnado no se sienta perdido o se desvíe del objetivo de aprendizaje que dirige la práctica.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este estudio aporta una perspectiva renovada frente a otros previos sobre el uso de las tecnologías inmersivas, al centrarse en un análisis exhaustivo de factores específicos que contribuyen al aprendizaje profundo, como la inmersión, la interacción y el diseño pedagógico de las experiencias y no limitarse a experiencias en un único ámbito de estudio (Jiang et al, 2021).

Es relevante remarcar que se ha analizado la efectividad pedagógica de las tecnologías inmersivas en educación superior a través de la revisión de las investigaciones realizadas en los últimos cinco años.

A este respecto se observa que, la inmersión y la experiencia de interacción influyen positivamente en la comprensión del alumnado, especialmente en el contexto de la realidad virtual inmersiva. En consonancia con los resultados obtenidos en esta investigación, un estudio reciente corrobora la importancia de la inmersión y la interacción como características de la tecnología de realidad virtual inmersiva en la experiencia y los resultados del aprendizaje en educación superior (Kaur et al., 2023).

Otro de los factores esenciales que influyen en la efectividad pedagógica de estas tecnologías estriba en el diseño de la experiencia de aprendizaje. La integración de la VR inmersiva en el currículo educativo requiere un enfoque pedagógico constructivista basado en la participación activa del alumnado (Hajirasouli et al., 2023). Especialmente, se ha observado un mayor compromiso, participación, creatividad y motivación por parte de los estudiantes cuando se les aporta la oportunidad de utilizar la VR en actividades de diseño y construcción.

Conforme a este modelo, y acorde a los hallazgos de este estudio, a la hora de integrar las tecnologías inmersivas en pro de un aprendizaje significativo y satisfactorio es preciso conocer y promover un nivel adecuado de conocimientos previos antes de las prácticas inmersivas para después integrar en la dinámica habitual de aprendizaje prácticas repetidas de corta duración donde las tecnologías ofrezcan una experiencia lo más realista posible a la vez que dirigida a un objetivo concreto claramente definido desde el inicio y que además, suponga un desafío. También es relevante aportar una retroalimentación inmediata y valiosa, así como garantizar la coherencia y adecuación entre los contenidos teóricos y las prácticas inmersivas para favorecer la comprensión del alumnado. Se ha comprobado también que realizar actividades posteriormente a la práctica inmersiva que fomenten la reflexión, la metacognición o el trabajo colaborativo. son clave para obtener beneficios cognitivos máximos (Agbo et al., 2023; Makransky y Lilleholt, 2018; Parong et al., 2020).

Además, la repetición de experiencias inmersivas puede ser beneficiosa para mantener el compromiso y la satisfacción de los estudiantes a largo plazo (Taçgin, 2020), por lo que podemos decir que otro de los factores relevantes para aprovechar las potencialidades de las tecnologías inmersivas en pro del aprendizaje es su integración completa y continuada en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Así, los estudios cuasiexperimentales y de casos, así como las experiencias piloto analizadas, ofrecen información contextualizada en entornos educativos reales, aunque estas muestras suelen ser pequeñas debido a limitaciones de recursos, proporcionan valiosos resultados sobre la efectividad pedagógica de estas tecnologías en educación superior.

No obstante, para comprender mejor la ideación, el diseño y la aplicación de las nuevas aplicaciones de tecnologías inmersivas en el ámbito educativo se hace necesario disponer de un mayor número de investigaciones longitudinales que puedan proporcionar información más sólida sobre los efectos a largo plazo de la integración de tecnologías como la realidad virtual en el aprendizaje y su transferencia.

Para facilitar la integración de tecnologías inmersivas en el aula, se recomienda que los docentes adapten estas herramientas a los objetivos de aprendizaje específicos, comenzando por actividades simples y prácticas de corta duración. Es aconsejable utilizar dispositivos accesibles, como cascos de realidad virtual o simuladores de escritorio, para facilitar experiencias seguras y escalables. Un enfoque pedagógico adecuado podría incluir la combinación de actividades previas que refuercen conocimientos básicos e iniciales con prácticas guiadas por el docente que ayudan al alumnado a fomentar el compromiso y permitan una exploración activa. La retroalimentación inmediata, del proceso de aprendizaje y del desempeño, es relevante para ayudarles a afianzar conceptos, identificar posibles mejoras y fortalecer habilidades.

Asimismo, para maximizar la retención a largo plazo y evaluar los efectos duraderos de las tecnologías inmersivas, es recomendable que los formadores incluyan prácticas de seguimiento o repetición periódica, así como actividades de reflexión y metacognición. Estos pueden incluir ejercicios de autoexplicación o actividades de revisión colaborativa que ayuden a los estudiantes a transferir el conocimiento a nuevas situaciones propuestas. Ahora bien, como se observa en la literatura, es necesario seguir investigando en estudios longitudinales sobre el impacto de estas tecnologías en la memoria y transferencia del aprendizaje, pero se anticipa que estos enfoques pueden contribuir a un aprendizaje más profundo y duradero, generando un valor pedagógico sostenible.

Las investigaciones analizadas subrayan el impacto positivo de las tecnologías inmersivas en el aprendizaje, especialmente en términos de comprensión, participación, motivación y creatividad. Sin embargo, se requiere de una adecuada planificación y un enfoque pedagógico minucioso para garantizar el máximo aprovechamiento de estas tecnologías. La investigación futura debe centrarse en la integración de la RV en entornos educativos reales y en la exploración de estrategias efectivas para su implementación.

5. FINANCIACIÓN

Este artículo forma parte del proyecto de investigación VRTeacher financiado por el XRLab de la Universidad Europea de Madrid.

6. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, S.M.-R., B.L.-G.; curación de datos, S.M.-R.; análisis formal, B.L.-G., J.R.-L.; adquisición de financiación, S.M.-R.; investigación, S.M.-R., B.L.-G., J.R.-L.; metodología, S.M.-R., B.L.-G., J.R.-L.; administración del proyecto, S.M.-R.; software, S.M.-R., J.R.-L.; supervisión, B.L.-G., J.R.-L.; validación, B.L.-G.; redacción—preparación del borrador original, S.M.-R., B.L.-G., J.R.-L.; redacción—revisión y edición, S.M.-R., B.L.-G., J.R.-L.

7. REFERENCIAS

- Agbo, F. J., Olaleye, S. A., Bower, M., y Oyelere, S. S. (2023). Examining the relationships between students' perceptions of technology, pedagogy, and cognition: The case of immersive virtual reality mini games to foster computational thinking in higher education. *Smart Learning Environments*, 10(1) <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00233-1>
- Bennie, S. J., Ranaghan, K. E., Deeks, H., Goldsmith, H. E., O'Connor, M. B., Mulholland, A. J., y Glowacki, D. R. (2019). Teaching enzyme catalysis using interactive molecular dynamics in virtual reality. *Journal of Chemical Education*, 96(11), 2488-2496. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00181>
- Birbara, N. S., y Pather, N. (2021). Real or not real: The impact of the physical fidelity of virtual learning resources on learning anatomy. *Anatomical Sciences Education*, 14(6), 774-787. <https://doi.org/10.1002/ase.2022>
- Brown, M., McCormack, M., Reeves, J., Brooks, D.C., Grajek, S., Alexander, B., Bali, M., Bulger, S., Dark, S., Engelbert, N., Gannon, K., Gauthier, A., Gibson, D., Gibson, R., Lundin, B., Veletsianos, G., y Weber, N. (2020). *EDUCAUSE Horizon Report*. Teaching and Learning Edition. <https://www.learntechlib.org/p/215670/>
- Cabero Almenara, J., Valencia-Ortiz, R. y Llorente-Cejudo, C. (2022). Ecosistema de tecnologías emergentes: realidad aumentada, virtual y mixta. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 7-22. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.1148>
- Chan, V., Larson, N.D., Moody, D.A., Moyer, D.G., y Shah, N.D. (2021). Impact of 360° vs 2D Videos on Engagement in Anatomy Education. *Cureus* 13(4): e14260. <https://doi.org/10.7759/cureus.14260>
- Chan, CS., Bogdanovic, J. y Kalivarapu, V. (2022). Applying immersive virtual reality for remote teaching architectural history. *Educ Inf Technol* 27, 4365-4397. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10786-8>
- Cózar Gutiérrez, R., González-Calero Somoza, J., Villena Taranilla, R., y Merino Armero, J. (2019). Análisis de la motivación ante el uso de la realidad virtual en la enseñanza de la historia en futuros maestros. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (68), 1-14. <https://doi.org/10.21556/edutec.2019.68.1315>
- Delello, J. A. (2014). Insights from pre-service teachers using science-based augmented reality. *Journal of Computers in Education*, 1(4), 295-311. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40692-014-0021-y>
- Detyna, M., y Kadiri, M. (2020). Virtual reality in the HE classroom: feasibility, and the potential to embed in the curriculum. *Journal of Geography in Higher Education*, 44(3), 474-485. <https://doi.org/10.1080/03098265.2019.1700486>
- Elme, L., Jørgensen, M. L. M., Dandanell, G., Mottelson, A., y Makransky, G. (2022). Immersive Virtual Reality in STEM: Is IVR an Effective Learning Medium and Does Adding Self-

- Explanation after a Lesson Improve Learning Outcomes? *Educational Technology Research and Development*, 70(5), 1601–1626. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10139-3>
- Filter, E., Eckes, A., Fiebelkorn, F., y Büssing, A. G. (2020). Virtual reality nature experiences involving wolves on youtube: Presence, emotions, and attitudes in immersive and nonimmersive settings. *Sustainability* (Switzerland), 12(9) <https://doi.org/10.3390/su12093823>
- Hajirasouli, A., Banihashemi, S., Sanders, P., y Rahimian, F. (2023). BIM-enabled virtual reality (VR)-based pedagogical framework in architectural design studios. *Smart and Sustainable Built Environment*, <https://doi.org/10.1108/SASBE-07-2022-0149>
- Ho L-H, Sun H, Tsai T-H. (2019) Research on 3D Painting in Virtual Reality to Improve Students' Motivation of 3D Animation Learning. *Sustainability*, 11(6):1605. <https://doi.org/10.3390/su11061605>
- Huang, W., Roscoe, R. D., Johnson-Glenberg, M. C., y Craig, S. D. (2021). Motivation, Engagement, and Performance across Multiple Virtual Reality Sessions and Levels of Immersion. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(3), 745–758. <https://doi.org/10.1111/jcal.12520>
- Hutson, J., y Olsen, T. (2022). Virtual reality and art history: A case study of digital humanities and immersive learning environments. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 22(2), 50-65. <https://doi.org/10.33423/jhetp.v22i2.5036>
- Jiang, H., Vimalasvaran, S., Kyaw, B. y Car, L. (2021). Realidad virtual en la educación de los estudiantes de medicina: un protocolo de revisión de alcance. *BMJ Open*, 11. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-046986>
- Kaur, D. P., Kumar, A., Dutta, R., y Malhotra, S. (2022). The role of interactive and immersive technologies in higher education: A survey. *Journal of Engineering Education Transformations*, 36(2), 79-86. <https://doi.org/10.16920/jeet/2022/v36i2/22156>
- Klingenberg, S., Jørgensen, M. L. M., Dandanell, G., Skriver, K., Mottelson, A., y Makransky, G. (2020). Investigating the Effect of Teaching as a Generative Learning Strategy When Learning through Desktop and Immersive VR: A Media and Methods Experiment. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2115–2138. <https://doi.org/10.1111/bjet.13029>
- Klippel, A., Zhao, J., Oprean, D., Wallgrün, J. O., Stubbs, C., La Femina, P., y Jackson, K. L. (2020). The value of being there: Toward a science of immersive virtual field trips. *Virtual Reality*, 24(4), 753-770. <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00418-5>
- Lannutti, E. D. (2022). *Robótica: De la ciencia ficción a la realidad científica* (Vol. 13). EDIUNC.
- Lilia, A., y Aspera, G. (2011). La realidad virtual inmersiva en ambientes de aprendizaje. Un caso en la educación superior. *Revista ICONO* 14, 2, 122–137. <https://doi.org/10.7195/ri14.v9i2.42>

- Liu R, Xu X, Yang H, Li Z and Huang G (2022) Impacts of Cues on Learning and Attention in Immersive 360-Degree Video: An Eye-Tracking Study. *Front. Psychol.* 12:792069. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.792069>
- Lui, M., McEwen, R., y Mullally, M. (2020). Immersive Virtual Reality for Supporting Complex Scientific Knowledge: Augmenting Our Understanding with Physiological Monitoring. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2180–2198. <https://doi.org/10.1111/bjet.13022>
- Macnamara, A. F., Bird, K., Rigby, A., Sathyapalan, T., y Hepburn, D. (2021). High-fidelity simulation and virtual reality: An evaluation of medical students' experiences. *BMJ Simulation and Technology Enhanced Learning*, 7(6), 528-535. <https://doi.org/10.1136/bmjstel-2020-000625>
- Makransky, G., y Lilleholt, L. (2018). A Structural Equation Modeling Investigation of the Emotional Value of Immersive Virtual Reality in Education. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1141–1164. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9581-2>
- Marín-Díaz, V., Sampedro Requena, B. E. y Vega Gea, E. (2022). La realidad virtual y aumentada en el aula de secundaria. *Campus Virtuales*, 11(1), 225-236. <https://doi.org/10.54988/cv.2022.1.1030>
- Marks, B., y Thomas, J. (2022). Adoption of virtual reality technology in higher education: An evaluation of five teaching semesters in a purpose-designed laboratory. *Education and Information Technologies*, 27(1), 1287-1305. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10653-6>
- Martínez-Pérez, S., Fernández-Robles, B. y Barroso-Osuna, J. (2021). La realidad aumentada como recurso para la formación en la educación superior. *Campus Virtuales*, 10(1), 9-19. <http://www.uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/644>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., y PRISMA-P Group (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic reviews*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- Pande P., Thit A., Sørensen A. E., Mojsoska B., Moeller M. E., y Jepsen P. M. (2021). Long-term effectiveness of immersive VR simulations in undergraduate science learning: lessons from a media-comparison study. *Research in Learning Technology*, 29. <https://doi.org/10.25304/rlt.v29.2482>
- Parong, J., Pollard, K. A., Files, B. T., Oiknine, A. H., Sinatra, A. M., Moss, J. D., Khooshabeh, P. (2020). The mediating role of presence differs across types of spatial learning in immersive technologies. *Computers in Human Behavior*, 107 <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106290>
- Pelletier, K., Brown, M., Brooks, D., McCormack, M., Reeves, J., Arbino, N., Bozkurt, A., Crawford, S., Czerniewicz, L., Gibson, R., Linder, K., Mason, J., y Mondelli, V.

- (2021). 2021 EDUCAUSE Horizon Report, Teaching and Learning Edition. Boulder, Colorado: EDUCAUSE Publication. <https://library.educause.edu/>
- Reinke, N. B., Kynn, M., y Parkinson, A. L. (2021). Immersive 3d experience of osmosis improves learning outcomes of first-year cell biology students. *CBE—Life Sciences Education*, 20(1), ar1. <https://doi.org/10.1187/cbe.19-11-0254>
- Ruiz-Lázaro, J., Jiménez-García, E. y Huetos-Domínguez, M. (2024). Revisión sistemática sobre el uso de la tecnología en educación y el compromiso de los estudiantes en la última década. *Campus Virtuales*, 14(1), 139-152. <https://doi.org/10.54988/cv.2025.1.1318>
- Shadiev, R., Wang, X., y Huang, Y.-M. (2021). Cross-Cultural Learning in Virtual Reality Environment: Facilitating Cross-Cultural Understanding, Trait Emotional Intelligence, and Sense of Presence. *Educational Technology Research and Development*, 69(5), 2917–2936. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10044-1>
- Shelton, B. E., y Hedley, N. R. (2002). Using augmented reality for teaching Earth-Sun relationships to undergraduate geography students. 1st IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop, Proceedings. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/ART.2002.1106948>
- Singhal, S., Bagga, S., Goyal, P., y Saxena, V. (2012). Augmented Chemistry: Interactive Education System. *International Journal of Computer Applications*, 4(15), 1–5. <https://doi.org/https://doi.org/10.5120/7700-1041>
- Sirakaya, M., y Cakmak, E. K. (2018). Effects of augmented reality on student achievement and self-efficacy in vocational education and training. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 5(1), 1–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.13152/IJRVET.5.1.1>
- Taçgin, Z. (2020). The Perceived Effectiveness Regarding Immersive Virtual Reality Learning Environments Changes by the Prior Knowledge of Learners. *Education and Information Technologies*, 25(4), 2791–2809. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10088-0>
- Takagi, D., Hayashi, M., Iida, T., Tanaka, Y., Sugiyama, S., Nishizaki, H., y Morimoto, Y. (2019). Effects of dental students' training using immersive virtual reality technology for home dental practice. *Educational Gerontology*, 45(11), 670–680. <https://doi.org/10.1080/03601277.2019.1686284>
- Urrutia, G. y Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica*, 135(11), 507–511. https://es.cochrane.org/sites/es.cochrane.org/files/public/uploads/PRISMA_Spanish.pdf
- Yuen, S., Yaoyuneyong, G., y Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*, 4(1), 119–140. <https://doi.org/https://doi.org/10.18785/jetde.0401.10>

- Zhao, J., Wallgrün, J. O., Sajjadi, P., LaFemina, P., Lim, K. Y. T., Springer, J. P., y Klippel, A. (2022). Longitudinal effects in the effectiveness of educational virtual field trips. *Journal of Educational Computing Research*, 60(4), 1008-1034. <https://doi.org/10.1177/073563312111062925>
- Zhou, C., Li, H., y Bian, Y. (2020). Identifying the optimal 3D display technology for hands-on virtual experiential learning: A comparison study. *IEEE Access*, 8, 73791-73803. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988678>
- Zorrilla-Puerto, J., Lores-Gómez, B., Martínez-Requejo, S. y Ruiz-Lázaro, J. (2023). El papel de la robótica en Educación Infantil: revisión sistemática para el desarrollo de habilidades. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (15), 188–194. <https://doi.org/10.6018/riite.586601>



Para citar este artículo:



Martínez-Requejo, S., Lores-Gómez, B., y Ruiz-Lázaro, J. Efectividad de las tecnologías inmersivas para potenciar el aprendizaje en educación superior: una revisión sistemática: Español. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (90), 54-73. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.90.3391>



Scale Development on University Students' Digital and Online Competencies

Desarrollo de una escala de competencias digitales y en línea para estudiantes universitarios

  Udan Kusmawan (U.K.); Universitas Terbuka (Indonesia)

  Dody Sukmayadi (D.S.); Universitas Terbuka (Indonesia)

ABSTRACT

This study aims to develop a self-assessment tool to help university students independently evaluate their digital and online competencies (DOCs). A quantitative methodology was employed, focusing on instrument validation and its ability to measure DOCs effectively. The development process was conducted in four structured phases, combining theoretical foundations with empirical testing. Data were collected from 945 students in the initial survey to test the instrument's reliability and validity, followed by a larger sample of 2954 students for confirmatory analysis using Structural Equation Modelling–Partial Least Squares (SEM-PLS). The results confirmed that the tool provides a robust, scientific scale capable of measuring DOCs accurately. Additionally, this tool allows students to assess their readiness and improve their competencies in alignment with the increasing demands of digital learning environments in higher education. The research highlights the importance of developing scalable, adaptable self-assessment instruments to support lifelong learning and digital literacy among students. This validated scale offers significant potential for broader implementation and research in educational technology contexts.

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo desarrollar una herramienta de autoevaluación en línea que permita a los estudiantes universitarios evaluar de forma independiente sus competencias digitales y en línea (DOC). Se empleó una metodología cuantitativa enfocada en la validación del instrumento y su capacidad para medir las DOC de manera efectiva. El proceso de desarrollo se llevó a cabo en cuatro fases estructuradas, combinando fundamentos teóricos y pruebas empíricas. Los datos se recolectaron de una muestra inicial de 945 estudiantes para evaluar la confiabilidad y validez del instrumento, seguida de una muestra ampliada de 2.954 estudiantes para un análisis confirmatorio utilizando Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM-PLS). Los resultados confirmaron que la herramienta proporciona una escala científica robusta capaz de medir las DOC con precisión. Además, este instrumento permite a los estudiantes evaluar su preparación y mejorar sus competencias en consonancia con las crecientes demandas de los entornos de aprendizaje digital en la educación superior. La investigación subraya la importancia de desarrollar instrumentos de autoevaluación escalables y adaptables que apoyen el aprendizaje continuo y la alfabetización digital. Esta escala validada ofrece un potencial significativo para su implementación y para investigaciones futuras en tecnología educativa.

KEYWORDS - PALABRAS CLAVE

Digital and online competence (DOC), distance education, students' DOCs, online learning, DOC instrument

Competencia digital y en línea, educación a distancia, estudiantes, aprendizaje en línea, instrumento



1. INTRODUCTION

Due to the long coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic, education continues to rethink learning strategies and evaluations that can be supported by technologies (Hashim et al., 2021; Kusmawan, 2018a, 2022; Novella-García & Cloquell-Lozano, 2021; Pettersson, 2018). In higher education environments, research and discussions have recently focused more and more on digital literacy and competencies to support student learning, which has made it necessary to build digital transformation to study the impact of digital shock (Hashim et al., 2021). Various perspectives and definitions of digital and online competence (DOC) continue to expand beyond the existing developments in the media and technology fields concerning creating a digital literacy mindset. However, few colleges or schools focus their research and development on developing tools for students to evaluate whether they have sufficient and appropriate digital and online skills.

In recent years, more and more online learning models have been developed to implement education, such as open and distance learning models (Anderson & Dron, 2011), blended learning (Blayone et al., 2018; Cleveland-Innes & Garrison, 2012; Palalas et al., 2015), mobile learning (Alhassan, 2016; Blayone et al., 2017, 2018), and digital collaboration (Islam et al., 2017). These are improving the learning function of digital learning models (Blayone et al., 2018; Siemens et al., 2015), which is supported by a combination of learning activities, digital devices, and global networks that aim to achieve educational goals (Beetham & Sharpe, 2013). In addition, recent studies have emphasized the role of digital literacy in online learning readiness and satisfaction. Wijaya & Ediyono (2022) and Ikaningrum & Sarwanti (2021) highlight the importance of digital literacy in enhancing students' ability to access, evaluate, and use digital resources effectively. Gumelar et al. (2022) further stress that higher digital literacy leads to improved perceptions and satisfaction with online learning environments.

Online learning practices are also increasingly diverse, combining various technologies, pedagogies, and cultural values in an integrated manner (Beetham & Sharpe, 2013; Blayone et al., 2018; Bui et al., 2003). Another model of online learning known as massive open online courses emphasizes the presentation of content regarding specific skills and is open access; it can be accessed by the wider learning community globally (Blayone et al., 2017; Bocconi et al., 2016; Kusmawan et al., 2006; Yuan, 2015). Additionally, online learning models that seek to implement an interactive learning management system that maximizes individual flexibility in supporting various forms of learning are known as cooperative learning (Beetham & Sharpe, 2013; Dalsgaard & Paulsen, 2009; Paulsen, 2008) and collaborative learning models (Anderson & Dron, 2011; Garrison & Archer, 2000). However, challenges such as network connectivity and accessibility to digital resources still pose barriers. Subban et al. (2022) identified that while students may be digitally ready, issues like internet coverage remain critical obstacles to effective online learning. Furthermore, Lusianai et al. (2022) suggest that targeted training programs in digital tools like Mendeley can improve students' digital competencies and access to academic resources.

As mentioned above, the development of various learning models indicates that learning media facilities are increasingly open with various services based on various technologies and are continuously and rapidly developing. Encouragement and facilities are needed for our student's

capacity to be reliable online learners. We must also prepare a learning environment that allows students to develop DOCs (López-Meneses et al., 2020). Given that most conventional universities have started implementing open and distance education systems, structured training or training facilities should be provided for students to improve their DOCs. However, training activities usually entail a long journey. Hence, to facilitate the development of these competencies both independently and sustainably, other alternatives are required. This research proposes the need for a flexible tool to permit a self-evaluation process that is sustainably used by all students to measure their online learning competencies independently and continuously. Such a tool can be provided in various ways. For this reason, this research argues that DOCs measurement tools flexibly help students measure their competencies independently (Kusmawan, 2018b). Consequently, this paper focuses on a research problem of how the DOC scale instrument was constructed and how the quality of the scale instrument is measured statistically through its validity and reliability.

2. STUDENT LEARNING READINESS

2.1 Digital Skills and Learning Competencies

The International Telecommunication Union (ITU) has categorized digital skills into three groups based on individual digital competencies: basic, standard, and advanced (Berita Satu Research, 2021). Furthermore, the ITU explains that basic digital skills comprise the ability to copy or move files or folders, copy, and paste tools to replicate or move material within documents, send emails with attached files, and transfer files between computers and other devices. Additionally, standard digital skills include creating content by using personal devices such as smartphones or computers, using spreadsheet formulas in one's work or study, and creating presentations that contain text, images, videos, or charts by using presentation software. A person is considered to have standard skills if they can find, download, install, and configure software and transfer files between computers and other devices. Third, advanced digital skills depend on the ability to create computer programs by using specialized programming languages. Implementing a digitalization strategy that will cultivate a broad range of 21st-century skills will enable students to use technology in flexible, adaptive, and innovative ways (Berita Satu Research, 2021; Bond et al., 2018).

Several international studies report an increasing trend in online course attendance (Ramos et al., 2011). Several meta-analytic studies have proven that online learners exhibit learning strategies and skills that are relatively suitable for students engaging in face-to-face learning (Blayone, 2018; López-Meneses et al., 2020; Reyna et al., 2019). Additionally, in other studies, it was found that the proportion of students who abandon online colleges was very high (Al-Araibi et al., 2016; Dalsgaard & Paulsen, 2009; Kusmawan, 2017b; Nora & Snyder, 2009). To prevent high dropout rates, most community colleges in the United States use online readiness surveys to select prospective students interested in enrolling in online courses (Cooper & Allen, 1971). These survey results are used to predict the readiness of prospective students who will take online lectures. In a more recent study, Tan et al. (2024) identified cognitive processing and technology use as crucial for adapting to digital learning environments in vocational education, highlighting the importance of these competencies for future career demands. Similarly, Chaw & Tang (2023) emphasize that digital competence in higher education is linked

to improved learning performance, particularly in areas such as data literacy and problem-solving. However, no research has been done to evaluate how well the results of online learning readiness surveys can predict student performance during online courses. Thus, there has not been a clear report on whether college survey results can predict student performance or influence the decisions of prospective students to continue taking online courses.

Based on the above-mentioned literature, there are two intersecting issues: online versus face-to-face (F2F) learning and high dropout rates of online learners. However, amid the COVID-19 pandemic, where traditional F2F higher education has also entailed online education modes, the demands of both learning strategies are similar. Namely, they both require an evaluation of students' readiness to become online learners. Their evaluation strategies should also be similar. Both must measure the competence of digital and online learners as a prerequisite for adequately attending online lectures. Recent findings by Wicaksono & Prasetyo (2023) suggest that integrating digital skills into learning processes is crucial, especially in the context of digital native students who require engagement through tailored strategies. Furthermore, Zakharevych & Hryhorenko (2024) argue that beyond technical abilities, digital competence must include critical thinking and information literacy to ensure students can navigate complex digital landscapes effectively. The following section will discuss the concept of online learning readiness.

2.2 A Tool to Measure Student Online Learning Readiness

Measuring a student's online learning readiness reveals various success factors in the multiple conditions that support it, including learning readiness models (Alaaraj & Ibrahim, 2014; Nora & Snyder, 2009) and learning readiness tools (Hung et al., 2010). Researchers on this topic generally adopt a macrolevel perspective (Blayone et al., 2018), focusing on organizational, regional, and national readiness. However, several studies use a microlevel perspective (Blayone, 2018) by focusing specifically on students or teachers (Gay, 2016). At the micro level, digital competence is defined as the knowledge, skills, and attitudes supported through technology readiness (Ala-Mutka, 2011; Kusmawan, 2017a; Kusmawan et al., 2006; Lin et al., 2016). This understanding entails online learning readiness tools (Blayone, 2018).

For online learning providers, to evaluate the online learning readiness of students, several measuring tools have been developed. One of these instruments has been published online by Pennsylvania State University at:

https://pennstatelearning.psu.edu/istudy_tutorials/learningonline/ORQ/ORQ.htm.

The instrument uses five aspects that are considered factors in online learning readiness, namely, self-direction, learning preferences, learning habits, learning technological skills, and computer equipment capabilities. Several other aspects of measurement have emerged, including computing skills, digital technology, and information retrieval skills. The above-mentioned aspects of competence can be used as benchmarks for this research while constructing the DOCs, which were considered to be the minimum standard for students' ability to learn independently.

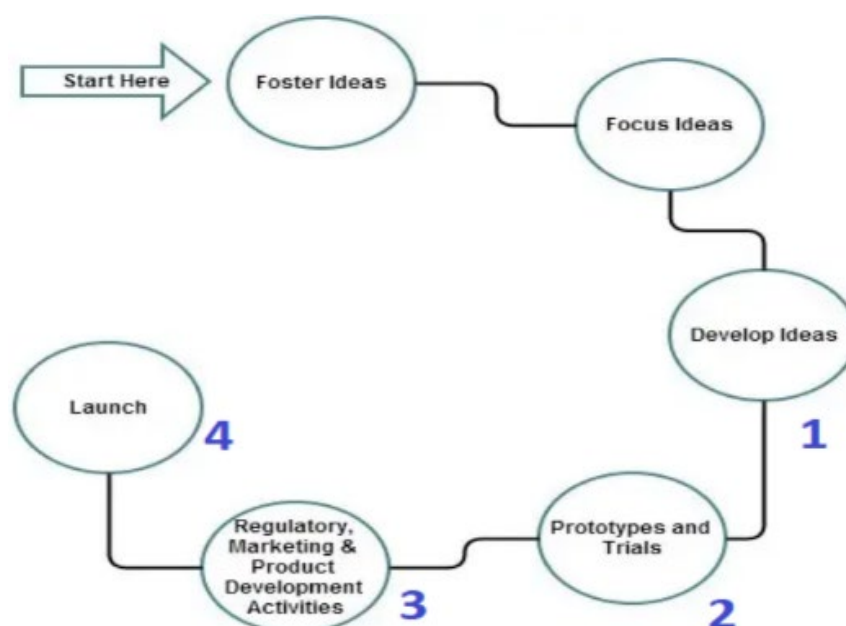
In conclusion, four main competency areas in online and digital learning generally constitute topics of worldwide research: (a) access to technology, (b) belief in using technology for

learning, (c) readiness to become an independent learner, and (d) learning styles and habits. These areas have the potential to reveal the online learner competencies that institutions can foster to facilitate distance learning or independent online learning of students. In an integrated manner, these four competency areas are named DOCs.

Additionally, Fig. 1 shows phases to be considered as the procedure of researching and developing a product, starting from fostering ideas to launching the product open to the public (Luenendonk, 2019). Based on Fig. 1, there are at least four phases that constitute the minimum procedure for developing an instrument, namely, developing ideas, prototyping a blueprint and trialing the first product of the instrument, gaining the first result of the instrument through a field study (survey), and applying (piloting) the instrument to actual students.

Figure 1

Phases of an instrument



Source: Luenendonk (2019)

2. METHODS

3.1 Research Design

The quantitative research and analyses were aimed to acquire a measurement scale of students' DOCs. There are, generally, seven steps considered in scale development, that is, (1) determination of measuring construction, (2) preparation of item indicators, (3) content validity testing, (4) trials, (5) field tests, (6) item selection, and (7) preparation of the final scale (Ghomi & Redecker, 2019; Larasati & Widyastuti, 2020; Risnita, 2012). Considering field activities conducted while developing the scales, this research recognized the developing

model of Borg and Gall (1983), comprising a four-step development process, reorganized the seven steps into four, containing measurable cycle steps to ensure that the designed product has a feasibility standard: 1) reviewing the results of previous research, 2) developing products, 3) testing the designed product, and 4) reviewing and correcting the product based on the test results. Table 1 presents the research steps and programs and research development output targets.

Table 1

Steps, programs, and research development targets

No.	Field Research	Scale Development and Analyses Procedure	Target
1	Review the results of previous research to develop ideas	1. Determine measuring construction; past research and information collecting; include literature reviews and preparations for a research framework. 2. Prepare item indicators; planning includes the formulation of students' digital and online competencies (DOCs).	✓ Literature review and analyses ✓ Components of DOC
2	Prototyping a product and trialing the first product of an instrument	3. Content validity testing. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Develop a blueprint product design of DOC instrument and application ▪ Initial testing, conducting initial field trials on a limited scale. 	✓ DOC instrument design ✓ Workflow design
3	Test the designed product to gain the first result of the instrument through a survey	4. Trials: the primary test involving broader students. Operational product revision, namely, making improvements to broader testing scale results so that the product developed is already an operational model design ready to be validated. 5. Field testing: Operational field testing is a validation step on the operational model produced. 6. Item selection: making final improvements to the developed model to produce a final product.	✓ First field-tested DOC instrument
4	Review and correct the product based on a pilot survey of the instrument to actual students	7. Preparation of the final scale; dissemination and implementation are steps to disseminate the developed product/model and apply it in the field. 8. Do a pilot study.	✓ Field-retested DOC instrument ✓ Field-retested DOC self-evaluative app workflow design

3.2 Research Instruments

The instrument designed in this research is called a DOC instrument. It is designed in a Likert scale format. A scale can be used as a research data collection tool (Geng et al., 2019). Furthermore, a scale can be used to measure a person's values, attitudes, interests, and comfort levels and can be represented in the form of a survey statement that is based on

collected survey data, where a range of values is calculated based on the frequency interval formula (Alem et al., 2016; Hung, 2016; Lin et al., 2016; Risnita, 2012; Sudjana, 2006). This research has produced a four-competency-area instrument based on several previous studies and expertise inputs suggested by experts engaged in this study. Table 2 shows the structure of this DOC instrument.

Table 2

*Competencies and measurement**

No.	Competence Areas	Measurement Goal
1	Access to information and technology	Exposing students' access to communication technology media
2	Use of technology for learning	Discovering students' potential for online learning
3	Readiness to learn independently	Determining students' readiness for an independent (self-directed) learning
4	Learning habits and styles	Discovering students' learning habits and styles

* Detail question statements are enclosed in this paper

The DOC instrument is designed in a Likert scale format with a four-point option and a total of 30 questions. It is slightly different from other Likert scales, which usually ask for responses regarding the attitudes of respondents; here, the four options for each DOC survey item are intended to elicit the ideas or activities of respondents that they use every day and are related to the use of learning technology for learning (Sappaile, 2007). This follows the research objective of obtaining an instrument to reveal students' DOCs (Sudjana, 2006). The DOC instrument survey can be seen at <https://forms.office.com/r/tLTxaCTx9x>. The answer categories range from 1 to 4, indicating the "most minimum" to "standard" statements relating to the competencies mentioned in Table 2.

3.3 Research Participants

Research participants were divided into two groups: student respondents, as users of research products, and expert groups, as sources of information related to instrument quality and application design. In the second phase of research in 2021, however, activities involving experts are no longer being applied because they were carried out in phase 1 research in 2020, and the results have been published (Kusmawan, 2020). Participants in this study are students at the Faculty of Teacher Training and Education, Universitas Terbuka, Indonesia (population). The sample of respondents was randomly selected from the relevant population group. Student respondents consisted of two groups. The first group, composed of 945 students, and the second group, composed of 2,954 students, both took part in the DOC instrument survey.

3.4 Research Analyses

To obtain information on the reliability of the DOC instrument, quantitative data analysis was conducted. Data processing was initially conducted using SPSS to obtain Cronbach's alpha values in the reliability tests of the DOCs of both groups. Following analyses aimed to scrutinize

the strength of the items in terms of their support for each of the four competency groups, the study conducted a multivariate analysis using the structural equation modeling–partial least square (SEM-PLS). The use of this statistical analysis is primarily driven by conditions in which the sample size of this study is large enough. In the meantime, literature concerning DOC instrumentation has been limited in practical examples of how the construct of these competencies must be structured.

Through the analyses, this study found loading factor/outer loading to be one of the measures to reveal whether a question is valid or not. The loading factor is the number that shows the correlation between the score of a question item and the score of the indicator that measures the construct. In this study, the loading factor was used in testing the validity of question items.

Decision-making is based on the value of the loading factor; if the loading factor value is greater than 0.5, then the question item is valid (Ghozali, 2008; Truong & McColl, 2011).

3. RESULTS AND DISCUSSION

4.1 DOC Instrument's Validity and Reliability

As previously mentioned (see Table 1), the research product is the DOC instrument. The instrument was constructed as a four-point Likert scale that stretches the respondent's choice of opinion ranging from a score of 1, indicating unacceptable opinion to a score of 4, indicating the one that corresponds to the respondent's opinion.

The number of items of the instrument was initially 34 items. All these items are categorized into four groups: access to technology for learning, the use of technology for learning, readiness to learn independently, and learning habits and styles, as shown in Table 2. Grouping the items was based on the judgment of the researcher's expertise assuming that based on the results of the literature reviews, four factors contributed to students' DOCs.

Considering the data as results of the field surveys, statistical analysis was then carried out on the 34 items and analyzed to determine the validity and reliability of the instrument, as well as validate the group factors that are the grouped items. As mentioned in Table 1, the survey was conducted twice. Therefore, based on the second survey, further confirmatory statistical analyses were applied to get items that are confirmed to be valid and reliable in its group.

The first survey was responded to by 945 respondents. Having the quality of the DOC instrument validity and reliability determined, as well as their grouping factor, Table 3 shows that the first trial of the survey has resulted from a principal component analysis with the rotation method of Varimax with Kaiser normalization indicating a significantly high Cronbach's alpha value of 0.825 (N=34). The value suggests a high validity of the DOC instrument. In addition to Cronbach's alpha, the reliability of the instrument was further evaluated using Zumbo's ordinal alpha, which is recognized as more suitable for Likert-type scales. The results indicated a high ordinal alpha value, thereby enhancing the reliability estimation of the DOC instrument in this context. Further analysis with factor analyses has resulted in a four-grouping factor (bold-shaded in Table 4) corresponding to the assumed factors developed in this study.

However, some items do not belong to certain factors leaving 28 valid and reliable item instruments.

Table 3

Reliability statistics of DOC instrument: Trials field testing

Case Processing Summary			
		N	%
Case	Valid	945	100.0
	Excluded ^a	0	0.0
	Total	945	100.0

Note. a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Table 4

Item-total statistics correlations (validity analyses)

Item	Rotated Component Matrix ^a						
	Component						
	1	2	3	4	5	6	7
Q1	-.016	.990	-.011	-.017	-.007	-.019	.012
Q2	-.005	.986	-.011	-.018	.014	-.026	.013
Q3	-.011	.987	-.008	-.015	-.004	-.024	.006
Q4	-.016	.991	-.007	-.020	.013	-.014	.009
Q5	-.019	.991	-.013	-.017	-.001	-.020	.012
Q6	-.051	-.035	-.191	.033	-.002	.804	.015
Q7	-.237	-.134	-.078	-.101	.102	-.052	.625
Q8	.011	-.010	.989	.016	.045	-.034	-.032
Q9	.028	-.017	.978	.013	.050	.003	-.016
Q10	.011	-.016	.969	.016	.038	-.055	-.022
Q11	.012	-.015	.992	.013	.038	-.024	-.023
Q12	.008	-.011	.990	.017	.027	-.037	-.029
Q13	-.015	.461	-.018	.019	-.060	.005	-.338
Q14	-.025	-.037	.068	.000	.055	.840	.033
Q15	-.001	-.019	.029	.616	.014	-.107	-.029
Q16	.128	.011	-.006	.620	.032	.084	-.069
Q17	.079	-.011	-.007	.541	.054	.023	-.240
Q18	.045	.029	.089	.688	.078	-.022	.129
Q19	.087	.032	.002	.666	.031	-.012	.167
Q20	.093	-.089	-.042	.610	-.016	.081	-.099
Q21	.170	.070	-.028	-.005	-.087	.093	.627
Q22	.988	-.021	-.011	.073	.049	-.018	.003
Q23	.975	-.026	-.008	.069	.042	-.005	.015
Q24	.988	-.022	-.009	.074	.033	-.014	.003
Q25	.981	-.028	.005	.081	.057	-.023	.004

Item	Rotated Component Matrix ^a						
	Component						
	1	2	3	4	5	6	7
Q26	.985	-.028	.007	.069	.066	-.010	.009
Q27	.987	-.022	.005	.073	.048	-.008	.005
Q28	.991	-.023	.005	.076	.064	-.019	-.003
Q29	.991	-.023	.005	.076	.064	-.019	-.003
Q30	.018	-.025	.006	.094	.679	-.086	.156
Q31	.063	-.006	.105	-.008	.812	-.036	-.135
Q32	.006	.007	.029	.010	.824	.023	-.046
Q33	.202	-.001	.023	.094	.663	.192	.031
Q34	-.599	-.290	-.309	-.284	.036	-.057	.198

Note. Extraction Method: principal component analysis. Rotation method: Varimax with Kaiser normalization; a. Rotation converged in five iterations.

Having the results based on the first survey, this research conducted the second one. The second survey was conducted on the Faculty of Teacher Training and Education (FTE) students. The survey was administered online using Microsoft Forms. The respondent was selected randomly. The survey received 2,954 responses from the FTE students, at Universitas Terbuka, Indonesia. The survey results were analyzed by SPSS using the statistical reliability of the instrument, with the quality standpoint referring to Cronbach’s alpha value.

As shown in Table 5, the analysis results show that the reliability score of the 28 DOC instrument items is 0.938 (Cronbach’s alpha) and 0.915 (Cronbach’s alpha based on standardized items). These statistical results indicate a very high level of reliability of the survey instrument (Sappaile, 2007; Sudjana, 2006; Suryabrata, 2000). In addition to Cronbach’s alpha, the inclusion of Zumbo’s ordinal alpha for reliability estimation yielded a high ordinal alpha value, further confirming the reliability of the DOC instrument. This additional reliability measure reinforces the robustness of the instrument for evaluating students' digital and online competencies.

Table 5

Reliability statistics of DOC instrument

Case Processing Summary			
		N	%
Case	Valid	2954	100.0
	Excluded ^a	0	0.0
	Total	2954	100.0

Note. a. Listwise deletion based on all variables in the procedure

Table 6 shows the item–total statistical analysis results. It shows “Corrected item–total correlation” and “Cronbach's alpha if item deleted” for all items have values higher than the r-table value of 0.3491 (df = 28, t = .05) (Hidayat, 2012). It indicates that all individual survey

items have a strong correlation with the total score of the survey instrument. It means that all DOC survey instrument items are statistically valid and reliable (Sudjana, 2006).

Table 6

Item-total correlations (validity analyses)

Item	Item-total statistics			
	Scale Means if an Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if the Item Deleted
Q1	87.68	173.003	.466	.917
Q2	87.73	173.100	.417	.917
Q3	87.71	173.085	.389	.917
Q4	87.73	173.154	.307	.917
Q5	87.68	173.021	.419	.917
Q8	86.61	174.994	.391	.916
Q9	86.60	174.888	.381	.916
Q10	86.61	174.938	.379	.916
Q11	86.61	174.890	.411	.916
Q12	86.60	174.899	.456	.916
Q15	86.89	171.502	.458	.918
Q16	87.13	172.121	.387	.916
Q17	87.39	170.066	.502	.919
Q18	87.03	170.673	.512	.917
Q19	86.95	173.012	.487	.916
Q20	87.24	172.717	.519	.917
Q22	87.02	157.323	.870	.906
Q23	87.02	157.459	.864	.906
Q24	87.02	157.328	.871	.906
Q25	87.02	157.389	.869	.906
Q26	87.02	157.350	.868	.906
Q27	87.02	157.326	.871	.906
Q28	87.02	157.539	.861	.906
Q29	87.02	157.369	.867	.906
Q30	87.02	157.326	.870	.906
Q31	87.02	157.451	.865	.906
Q32	87.02	157.363	.867	.906
Q33	87.02	157.332	.870	.906

4.2 Confirmatory Analyses with SEM-PLS

Having those 28 items is statistically valid and reliable against the factors that contribute to students' DOCs. A further analysis using SEM was applied. SEM is one of the areas of statistical study that can test a series of relationships that are usually difficult to measure simultaneously

(Hair et al., 2021). SEM is a multivariate analysis technique that combines factor analysis and regression analysis (correlation), with the aim of testing the relationship between variables in a model, both between indicators and their constructs and relationships between constructs.

PLS is a component or variance-based SEM structural equation model. PLS is an alternative approach that shifts from a covariance-based to a variance-based SEM approach. SEMs based on covariance generally test causality or theory, whereas PLS is more toward predictive models given to big data analysis (Monecke & Leisch, 2012). Monecke and Leisch (2012) went on to explain that in PLS. There is a loading factor/outer loading, which is one of the measures to determine whether a question is valid or not. A loading factor is a number that shows the correlation between the score of a question item and the score of the indicator that measures the construct. In this study, the loading factor was used in testing the validity of question items. Decision-making is based on the value of the loading factor; if the value of the loading factor is greater than 0.5, then the item in question is valid (Ghozali, 2008; Truong & McColl, 2011). From the results of the loading factor of the second survey with data from 2,945 respondents, it can be found that all question items are valid due to the loading factor values of all variables being greater than 0.7.

4. CONCLUSION

Overall, as evidenced by the statistical analysis results, this study has produced a DOC instrument with a high level of validity and reliability. The instrument was constructed based on the result of literature reviews on how a DOC is developed. As reported before, the items are developed about several preceding research alike and are then grouped into four factors assuming that these factors are the main aspects that contribute to the students' DOCs.

Through two phases of field surveys, this study found that the field results corresponded with the factors assumed and formulated at the beginning of the study. The results of this study show its success in confirming the Likert scale developed and promoted initially as a DOC instrument with a high level of statistical validity and reliability tests. Confirmation analysis through SEM-PLS has further proven that the four-scale instruments can be firmly constructed as DOC Instruments.

5.1 Limitations and Recommendations of the Study

This research has the advantage of providing alternative measurements of DOCs and has been studied with the scope of respondents from several regions in Indonesia. However, the targeted respondents of this study were not only students in college but also students in high schools; thus, the proportion of respondents is still considered to be less symmetrical to the regional representativeness. Nevertheless, with some follow-up research that could be designed as replicative to this study in the future, the researcher is confident that this study would be more polished in terms of the extent that this instrument can be advanced.

This study recommends that further research be conducted on a broader range of respondents to get a more thorough level of trust from potential users when using the DOC instrument. To develop an online media or application to deliver this DOC instrument, further research is necessary. This media/application may accommodate students' self-evaluation of their DOCs.

Such an application could be designed to maintain the sustainability of the self-evaluation process for students. Focus research analyses on this area should be statistical analyses related to the usability and user-friendliness of the application.

5. AUTHORS' CONTRIBUTIONS

D.S.; formal analysis, U.K. and D.S.; funding acquisition, U.K. and D.S.; investigation, U.K. and D.S.; methodology, U.K. and D.S.; project administration, U.K. and D.S.; resources, U.K. and D.S.; software, U.K. and D.S.; supervision, U.K. and D.S.; validation, U.K. and D.S.; visualization, U.K.; writing—original draft preparation, U.K. and D.S.; writing—review and editing, U.K. and D.S.

6. REFERENCES

- Alaaraj, H., & Ibrahim, F. W. (2014). An overview and classification of e-readiness assessment models. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 4(12), 1–5.
- Ala-Mutka, K. (2011). Mapping digital competence: Towards a conceptual understanding. *Institute for Prospective Technological Studies*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18046.00322>
- Al-Araibi, A. A. M., Mahrin, M. N. B., & Yusoff, R. C. M. (2016). A systematic literature review of technological factors for e-learning readiness in higher education. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 93(2), 500–521.
- Alem, F., Plaisent, M., Zuccaro, C., & Bernard, P. (2016). Measuring e-learning readiness concept: Scale development and validation using structural equation modeling. *International Journal of E-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, 6(4), 193–207. <https://doi.org/10.17706/ijeeee.2016.6.4.193-207>
- Alhassan, R. (2016). Mobile learning as a method of ubiquitous learning: Students' attitudes, readiness, and possible barriers to implementation in higher education. *Journal of Education and Learning*, 5(1), 176–189. <https://doi.org/10.5539/jel.v5n1p176>
- Anderson, T., & Dron, J. (2011). Three generations of distance education pedagogy. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 12(3), 80–97. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v12i3.890>
- Beetham, H., & Sharpe, R. (Eds.). (2013). *Rethinking pedagogy for a digital age: Designing for 21st century learning*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203078952>
- Berita Satu Research. (2021). *Indonesia digital infrastructure report 2021 (issue November)*. <https://research.beritasatu.com/download/indonesia-digital-infrastructure-report-2021>
- Blayone, T. J. B. (2018). Reexamining digital-learning readiness in higher education: Positioning digital competencies as key factors and a profile application as a readiness tool.

International Journal on E-Learning: Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education, 17(4), 425–451.

- Blayone, T. J. B., van Oostveen, R., Barber, W., DiGiuseppe, M., & Childs, E. (2017). Democratizing digital learning: Theorizing the fully online learning community model. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0051-4>
- Blayone, T. J. B., Mykhailenko, O., Kavtaradze, M., Kokhan, M., vanOostveen, R., & Barber, W. (2018). Profiling the digital readiness of higher education students for transformative online learning in the post-soviet nations of Georgia and Ukraine. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s41239-018-0119-9>
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., Kampilis, P., & Punie, Y. (2016). Exploring the field of computational thinking as a 21st century skill. *Edulearn16 Proceedings*, 1(7), 4725–4733. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2016.2136>
- Bond, M., Marín, V. I., Dolch, C., Bedenlier, S., & Zawacki-Richter, O. (2018). Digital transformation in German higher education: Student and teacher perceptions and usage of digital media. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(1), 48. <https://doi.org/10.1186/s41239-018-0130-1>
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (1983). *Educational research: An introduction* (4th ed.). Pearson International Edition.
- Bui, T. X., Sankaran, S., & Sebastian, I. M. (2003). A framework for measuring national e-readiness. *International Journal of Electronic Business*, 1(1), 3. <https://doi.org/10.1504/IJEB.2003.002162>
- Cleveland-Innes, M., & Garrison, D. R. (2012). Higher education and postindustrial society: New ideas about teaching, learning, and technology. In L. Moller & J. B. Huett (Eds.), *The next generation of distance education* (pp. 221–233). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1785-9_15
- Chaw, L. Y., & Tang, C. M. (2024). Exploring the relationship between digital competence proficiency and student learning performance. *European Journal of Education*, 59(1), e12593. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ejed.12593>
- Cooper, J. M., & Allen, D. W. (1971). *Microteaching: History and present status*. ERIC Clearinghouse on Teacher Education.
- Dalsgaard, C., & Paulsen, M. F. (2009). Transparency in cooperative online education. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 10(3), 1–22. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v10i3.671>
- Garrison, D. R., & Archer, W. (2000). *A Transactional Perspective on Teaching and Learning: A framework for adult and higher education*. *Advances in Learning and Instruction Series* (1st ed.). Elsevier Science, Inc.

- Gay, G. H. E. (2016). An assessment of online instructor e-learning readiness before, during, and after course delivery. *Journal of Computing in Higher Education*, 28(2), 199–220. <https://doi.org/10.1007/s12528-016-9115-z>
- Geng, S., Law, K. M. Y., & Niu, B. (2019). Investigating self-directed learning and technology readiness in blending learning environment. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0147-0>
- Ghomi, M., & Redecker, C. (2019). Digital competence of educators (DigCompEdu): development and evaluation of a self-assessment instrument for teachers' digital competence. *Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education*, 541–548. <https://doi.org/10.5220/0007679005410548>
- Ghozali, I. (2008). *Structural equation modeling: Metode alternatif dengan SEM-PLS* [Pemodelan persamaan struktural: Metode alternatif dengan SEM-PLS] (1st ed.). Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Gumelar, G., Martadi, M., Rosalinda, I., Yudhaningrum, L., & Warju, W. (2022). Computer Self-Efficacy, Task Value, Digital Literacy, Online Learning Perceptions on Indonesian University Students' Learning Satisfaction. *Proceedings of the 1st World Conference on Social and Humanities Research (W-SHARE 2021)*, 654, 94–99. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.220402.021>
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2021). An introduction to structural equation modeling. In J. F. Hair, G. T. M. Hult, C. M. Ringle, M. Sarstedt, N. P. Danks, & S. Ray (Eds.), *Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) using R* (pp. 1–29). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80519-7_1
- Hashim, M. A. M., Tlemsani, I., & Matthews, R. (2021). Higher education strategy in digital transformation. *Education and Information Technologies*, 27(3), 3171–3195. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10739-1>
- Hidayat, A. (2012, August 17). Membuat R tabel dalam excel (Tabel R) [Create an R table in excel (R Table)]. *Uji Statistik*. <https://www.statistikian.com/2012/08/membuat-r-tabel-dalam-excel.html>
- Hung, M.-L. (2016). Teacher readiness for online learning: Scale development and teacher perceptions. *Computers & Education*, 94, 120–133. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.012>
- Hung, M.-L., Chou, C., Chen, C.-H., & Own, Z.-Y. (2010). Learner readiness for online learning: Scale development and student perceptions. *Computers & Education*, 55(3), 1080–1090. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.004>
- Ikaningrum, R. E., & Sarwanti, S. (2021). Students' Digital Literacy in Online Reading Class: a Critical Reflection on English Language Learners. *Leksema: Jurnal Bahasa Dan Sastra*, 6(1), 1–12. <https://doi.org/10.22515/ljbs.v6i1.2939>

- Islam, A. T., Flint, J., Jaecks, P., & Cap, C. H. (2017). A proficient and versatile online student-teacher collaboration platform for large classroom lectures. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 29. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0067-9>
- Kusmawan, U. (2017a). Online microteaching: A multifaceted approach to teacher professional development. *Journal of Interactive Online Learning*, 15(1), 42–56.
- Kusmawan, U. (2017b). Kesiapan belajar mandiri guru sekolah dasar: Studi kasus pada program studi PGSD pada FKIP Universitas Terbuka [Readiness for independent learning of elementary school teachers: A case study in the PGSD study program at the Open University FKIP]. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 1(3), 279–293. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v1i3.406>
- Kusmawan, U. (2018a). Model instruksional DDFK [DDFK instructional model]. *Jurnal Pendidikan*.
- Kusmawan, U. (2018b, May 16). *Analyses of teachers' attitudes towards online learning at Universitas Terbuka*. International Conference Early Childhood Care and Education (ECCE), Moscow.
- Kusmawan, U. (2020). A rationale for student digital and online competencies. *International Conference on Innovation in Education and Pedagogy (ICIEP) 2020*.
- Kusmawan, U. (2022). A virtual lab as a vehicle for active learning through distance education. *International Journal on Research in STEM Education*, 4(2), 18–38. <https://doi.org/10.31098/ijrse.v4i2.1188>
- Kusmawan, U., Reynolds, R., & O'Toole, M. (2006). *Environmental beliefs and attitudes: An analysis of ecological affinity in secondary science students in Indonesia* [Conference presentation] (pp. 1–19). The AARE Annual International Education Research Conference, Adelaide.
- Larasati, D. A., & Widyastuti, T. (2020). Pengembangan skala pemaafan diri (self-forgiveness) [Development of self-forgiveness scale]. *Acta Psychologia*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.21831/ap.v1i1.34121>
- Lin, H.-H., Lin, S., Yeh, C.-H., & Wang, Y.-S. (2016). Measuring mobile learning readiness: Scale development and validation. *Internet Research*, 26(1), 265–287. <https://doi.org/10.1108/IntR-10-2014-0241>
- López-Meneses, E., Sirignano, F. M., Vázquez-Cano, E., & Ramírez-Hurtado, J. M. (2020). University students' digital competence in three areas of the DigCom 2.1 model: A comparative study at three European universities. *Australasian Journal of Educational Technology*, 36(3), 69–88. <https://doi.org/10.14742/ajet.5583>
- Luenendonk, M. (2019). *Research and development (R&D): Overview & process*. Cleverism. <https://www.cleverism.com/rd-research-and-development-overview-process/>

- Lusianai, W. O., Rachim, M. D., Muliati, & Astin. (2022). Digital Literacy of Open Access Services to Support Online Learning During The Covid-19 Pandemic. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Madani (JPMM)*, 6(2), 325–350. <https://doi.org/10.21009/jpmm.006.2.09>
- Monecke, A., & Leisch, F. (2012). semPLS: Structural equation modeling using partial least squares. *Journal of Statistical Software*, 48(3). <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i03>
- Nora, A., & Snyder, B. P. (2009). Developing an instrument to assess student readiness for online learning: A validation study. *Journal of College Student Retention: Research, Theory & Practice*, 7(1), 19.
- Novella-García, C., & Cloquell-Lozano, A. (2021). The ethical dimension of digital competence in teacher training. *Education and Information Technologies*, 26(3), 3529–3541. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10436-z>
- Palalas, A., Berezin, N., Gunawardena, C., & Kramer, G. (2015). A design based research framework for implementing a transnational mobile and blended learning solution. *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)*, 7(4), 57–74. <https://doi.org/10.4018/IJMBL.2015100104>
- Paulsen, M. F. (2008). Cooperative online education. *Seminar.Net*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.7577/seminar.2482>
- Pettersson, F. (2018). On the issues of digital competence in educational contexts – a review of literature. *Education and Information Technologies*, 23(3), 1005–1021. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9649-3>
- Ramos, F., Tajú, G., & Canuto, L. (2011). Promoting distance education in higher education in Cape Verde and Mozambique. *Distance Education*, 32(2), 159–175. <https://doi.org/10.1080/01587919.2011.584845>
- Reyna, J., Hanham, J., Vlachopoulos, P., & Meier, P. (2019). Using factor analysis to validate a questionnaire to explore self-regulation in learner-generated digital media (LGDM) assignments in science education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(5), 128–152. <https://doi.org/10.14742/ajet.4514>
- Risnita. (2012). Pengembangan skala model Likert [Likert model scale development]. *Edu-Bio*, 3, 86–99.
- Sappaile, B. I. (2007). Pembobotan butir pernyataan dalam bentuk skala likert dengan pendekatan distribusi Z [Weighting of statement items in the form of a Likert scale with a Z distribution approach]. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 13(64), 1–8.
- Siemens, G., Skrypnik, O., Joksimovic, S., Kovanovic, V., Dawson, S., & Gasevic, D. (2015). *The history and state of blended learning. Preparing for the digital university: A review of the history and current state of distance, blended, and online learning*, 234. Link Research Lab. <http://linkresearchlab.org/PreparingDigitalUniversity.pdf>

- Subban, M., Soni, S., & Padayachee, I. (2022). Students' Digital Readiness for – and Satisfaction with – Online Learning: A Case Study of the University of KwaZulu-Natal, South Africa. *Progressio*, 42. <https://doi.org/10.25159/2663-5895/10299>
- Sudjana, N. (2006). *Penilaian hasil proses belajar mengajar* [Assessment of the results of the teaching and learning process]. Remaja Rosdakarya.
- Suryabrata, S. (2000). *Pengembangan alat ukur psikologis* [Development of psychological measurement tools].
- Tan, X., Lin, X., & Zhuang, R. (2024). Development and validation of a secondary vocational school students' digital learning competence scale. *Smart Learning Environments*, 11(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00325-6>
- Truong, Y., & McColl, R. (2011). Intrinsic motivations, self-esteem, and luxury goods consumption. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 18(6), 555–561. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2011.08.004>
- Wicaksono, R. B., & Prasetyo, W. H. (2023). Digital competence for students in the networking society 5.0: A systematic review. *Jurnal Civics: Media Kajian Kewarganegaraan*, 20(2), 412–425. <https://doi.org/10.21831/jc.v20i2.51673>
- Wijaya, T., & Ediyono, S. (2022). Pembelajaran Sejarah Berbasis Media Online dalam Meningkatkan Kemampuan Literasi Digital Siswa di Era Revolusi Industri 4.0. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHEs): Conference Series*, 5(3), 196. <https://doi.org/10.20961/shes.v5i3.59322>
- Yuan, L. (2015). *MOOCs and open education timeline (updated)*. Li Yuan CETIS Blog. <http://blogs.cetis.org.uk/cetisli/2015/05/11/moocs-and-open-education-timeline-updated>.
- Zakharevych, M., & Hryhorenko, V. (2024). Digital Competence and Digital Literacy of Higher Education Acquires. *Collection of Scientific Papers of Uman State Pedagogical University*, 1, 119–129. <https://doi.org/10.31499/2307-4906.1.2024.302215>


To cite this work:

Kusmawan, U., & Sukmayadi, D. (2024). Scale development on students' digital and online competencies. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (90), 74-91. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.90.3265>



Evaluación de competencias digitales en estudiantes de educación: un estudio en la Universidad De Bolonia

Assessment of Digital Competencies in Education Students: A Study at the University of Bologna

  M^a Victoria Fernández Scagliusi (M.V.F.S); Universidad de Sevilla (España)

  Carmen Llorente-Cejudo (C.L.C); Universidad de Sevilla (España)

RESUMEN

Este estudio evalúa las competencias digitales de los estudiantes de la Universidad de Bolonia, destacando la importancia creciente de la alfabetización digital en la educación moderna. Se emplea un cuestionario validado y adaptado para medir las competencias digitales de estudiantes inscritos en Pedagogía, Ciencias de la Educación Primaria y Ciencias de la Infancia. La recolección de datos se realiza a través de la plataforma Qualtrics y mediante técnicas presenciales, siendo los datos analizados posteriormente con el software SPSS. Los resultados indican que los estudiantes muestran alta competencia en alfabetización digital y comunicación, aunque las habilidades en creatividad e innovación son significativamente más bajas, sin que se observen diferencias significativas basadas en el género o la edad de los participantes. Estas observaciones sugieren la necesidad de integrar más profundamente las competencias digitales en los currículos universitarios para preparar adecuadamente a los estudiantes para los desafíos del entorno profesional, subrayando la importancia de fomentar el uso creativo de la tecnología en la formación docente.

ABSTRACT

This study evaluates the digital competencies of students at the University of Bologna, highlighting the growing importance of digital literacy in modern education. A validated and adapted questionnaire is used to measure the digital competencies of students enrolled in Pedagogy, Primary Education Sciences, and Childhood Sciences. Data collection is carried out via the Qualtrics platform and through face-to-face techniques, with data later analyzed using SPSS software. The results indicate that students display high competency in digital literacy and communication, though skills in creativity and innovation are significantly lower, with no significant differences observed based on the sex or age of the participants. These findings suggest the need to integrate digital competencies more deeply into university curricula to adequately prepare students for the challenges of the professional environment, emphasizing the importance of fostering creative use of technology in teacher training.

PALABRAS CLAVE - KEYWORDS

Competencias digitales, Alfabetización digital, Formación docente, Innovación educativa, Universidad de Bolonia

Digital Competencies, Digital Literacy, Teacher Training, Educational Innovation, University of Bologna



1. INTRODUCCIÓN

En una sociedad cada vez más digitalizada, las competencias digitales se han vuelto indispensables en múltiples facetas de la vida diaria y profesional, desde la educación hasta las relaciones sociales y la participación en la ciudadanía (Ranieri, 2022). La inclusión de estas competencias en los planes de estudio responde a las demandas laborales actuales y fomenta habilidades clave, como la comunicación y el pensamiento crítico, necesarias para interactuar eficazmente con la tecnología en diversos contextos (Aruvee y Vintere, 2022). En Italia, el gobierno ha implementado iniciativas para promover la educación digital, destacando la necesidad de una enseñanza que forme a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI. El Piano Scuola 4.0 (Ministero dell'Istruzione, 2022), busca transformar la educación mediante la digitalización, creando entornos innovadores y fortaleciendo la formación docente en competencias digitales para mejorar el aprendizaje y la enseñanza en todas las etapas educativas.

En el contexto educativo italiano, persisten notables brechas en el desarrollo de estas competencias frente a otros países europeos (Empoli, 2023). Aunque los jóvenes suelen considerarse 'nativos digitales', diversas investigaciones muestran que muchos estudiantes carecen de habilidades digitales críticas que les permitan aprovechar al máximo las herramientas tecnológicas en el aprendizaje (D'Elia, 2023). Aunque los estudiantes italianos están familiarizados con la tecnología en su vida cotidiana, su uso en contextos educativos sigue siendo limitado, afectando su desarrollo académico y sus oportunidades en un mercado laboral cada vez más digitalizado (Cimò, 2020).

Ante esta realidad, se vuelve fundamental evaluar y fortalecer las competencias digitales en los estudiantes de carreras universitarias de educación, quienes asumirán la responsabilidad de transmitir y fomentar estas habilidades en las futuras generaciones. Con este propósito, este estudio tiene como objetivo analizar el nivel de competencias digitales en estudiantes de Pedagogía, Ciencias de la Educación Primaria y Ciencias de la Infancia de la Universidad de Bolonia. En primer lugar, se busca identificar el nivel general de competencia digital de estos estudiantes. En segundo lugar, se pretende determinar cuáles áreas específicas de competencia digital están más desarrolladas. Además, el estudio examina si existen diferencias significativas en las competencias digitales en función del género y otros factores demográficos de los estudiantes. Finalmente, a partir de los datos obtenidos, se ofrecen recomendaciones para mejorar la integración de las competencias digitales en los planes de estudio.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Competencias digitales

A pesar de las diversas definiciones del término "competencias digitales" (Bravo et al., 2017; Engen, 2019; Gisbert et al., 2016; Perdomo et al., 2020; Reis et al., 2019; Zavala et al., 2016), hacer una revisión de la literatura nos permite concluir que, en su esencia, estas competencias constituyen un conjunto de habilidades que incluyen la capacidad de acceder, gestionar, evaluar y crear información utilizando tecnologías digitales. Se consideran fundamentales no tanto para la participación en la sociedad moderna como para el éxito profesional. La

digitalización educativa las convierte en indispensables para estudiantes universitarios que enfrentan los retos del mercado laboral actual.

A nivel europeo, iniciativas como la Digital Skills and Jobs Coalition y el Digital Education Action Plan buscan reducir brechas en competencias digitales y promover el acceso inclusivo a recursos tecnológicos en educación, mitigando su impacto en el desarrollo económico y la cohesión social. Además, Perifanou y Economides (2019) han desarrollado marcos de referencia como el Digital Competence Actions Framework (DiCAF), que describe acciones y habilidades específicas en el contexto digital. Junto con DigCompEdu de la Comisión Europea, son ampliamente utilizados en Europa para apoyar el desarrollo profesional de los docentes y para fomentar prácticas pedagógicas digitales que beneficien tanto a estudiantes como a educadores (Kullaslahti et al., 2019).

En Italia, las competencias digitales se han convertido en un elemento básico para reducir la diferencia de habilidades digitales con otros países europeos. El informe Digital Decade Report 2024 (European Commission, 2024), muestra que Italia está por debajo del promedio de la UE en habilidades digitales, evidenciando la necesidad de fortalecer su formación digital. Este desafío es especialmente visible en el sistema educativo del país, que enfrenta obstáculos significativos debido al acceso desigual a tecnologías y a la falta de capacitación adecuada, en particular en áreas con menor infraestructura y apoyo institucional (Palmerio y Caponera, 2023). La pandemia de COVID-19 agravó estas desigualdades, mostrando que ser 'nativo digital' no implica dominar críticamente las TIC, sino que se requiere educación que trascienda el uso superficial de la tecnología (Agrati, 2021).

Biagioli y Oliviero (2022) coinciden con Cimò (2020) al señalar que, aunque los estudiantes italianos usan tecnología en su vida diaria, su integración en contextos educativos sigue siendo insuficiente. Para abordar estos retos, el sistema educativo italiano ha comenzado a adoptar marcos de referencia que apoyan la formación continua de los docentes en competencias digitales. Estos marcos fomentan prácticas innovadoras, como el uso de digital badges para la evaluación y reconocimiento de habilidades digitales, facilitando así la creación de comunidades de aprendizaje colaborativo y el fortalecimiento de la práctica pedagógica digital (Fissore et al., 2021; Pacetti y Soriani, 2022). Como señalan Tammaro et al. (2020), la competencia digital y la actitud hacia el uso de la tecnología por parte de los docentes son factores determinantes para su eficacia en el ámbito educativo. Reconocer la competencia digital como una habilidad fundamental para vivir en la sociedad del conocimiento y contar con marcos para su desarrollo destaca su importancia, al tiempo que plantea preguntas sobre cómo establecer criterios y prácticas adecuadas para evaluarla.

2.2 Modelos y marcos de referencia

Diversos marcos guían la integración de competencias digitales en la educación. DigCompOrg, desarrollado por el Centro Común de Investigación (JRC, Joint Research Centre) de la Comisión Europea, es el Marco Europeo para organizaciones educativas digitalmente competentes. Este marco, estructurado en dimensiones pedagógica, tecnológica y organizativa, facilita una integración flexible de tecnologías digitales mediante la innovación educativa. Sus siete elementos temáticos abarcan desde la gestión de recursos hasta políticas educativas digitales, transformando estructuras tradicionales. Por su parte, DigCompEdu, también del JRC, se adapta a herramientas y programas de formación desde la educación infantil hasta la superior,

incluyendo contextos no formales. Este marco sirve como referencia para desarrolladores de modelos de competencia digital, gobiernos, agencias y organizaciones educativas (Cabero-Almenara et al., 2020; Redecker y Punie, 2017).

Continuando con otros modelos, el Marco de Competencias TIC para Docentes de UNESCO busca transformar la enseñanza mediante el uso efectivo de las TIC, capacitando a los educadores en alfabetización tecnológica, profundización y creación de conocimientos. Con 18 módulos, abarca desde diseño curricular hasta gestión educativa, promoviendo una educación de calidad para el progreso social y económico (Butcher, 2019).

Por otro lado, el modelo de INTEF en España, adaptado por Arruti et al. (2021), utiliza los marcos DigComp y DigCompEdu para mejorar la competencia digital en las etapas educativas no universitarias. Este modelo define cinco áreas con 21 competencias y descriptores, proporcionando un marco común para guiar y evaluar el desarrollo de competencias digitales.

Finalmente, tal y como define Trust (2017), los Estándares ISTE (Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación) ofrecen un marco integral diseñado por expertos internacionales para impactar en el aprendizaje, enseñanza y liderazgo en la era digital. Dirigidos a roles como administradores, coaches y educadores, estos estándares fomentan habilidades como colaboración, innovación y ciudadanía digital.

Cada uno de estos marcos y modelos ofrece herramientas específicas para evaluar y mejorar las competencias digitales, asegurando que los educadores y estudiantes estén preparados para los desafíos del futuro digital.

2.3 Estudios previos

La integración efectiva de las competencias digitales en la educación universitaria es fundamental para preparar a los estudiantes. Diversos estudios (Llorente-Cejudo, et al., 2023; Llorente-Cejudo, 2024; Martín-Párraga et al., 2023; Rubio-Gragera et al., 2023) analizan cómo las universidades abordan esta necesidad, evaluando habilidades digitales de estudiantes y docentes para identificar tendencias, desafíos y oportunidades en el aprendizaje digital.

Un ejemplo es el trabajo de Betancur-Chicue et al. (2023), quienes validaron un instrumento para evaluar la competencia digital docente en la Universidad de La Salle, Colombia. Su estudio destaca la importancia de herramientas adaptadas a contextos específicos y metodologías flexibles para reflejar las particularidades educativas. Esta adaptabilidad se vincula con las propuestas de Meyerhofer-Parra y González-Martínez (2024), quienes sugieren la inclusión de dimensiones como Compromiso Profesional y Habilidades Sociales y Comunicación en el marco DigCompEdu para abordar de manera efectiva los retos actuales en la formación docente. Argumentan que esta expansión mejoraría la percepción y la aplicación práctica de las competencias digitales en la enseñanza.

Siguiendo esta línea, Rodríguez-Hoyos et al. (2021) analizan el uso innovador de dispositivos móviles por docentes en España, destacando que la competencia digital no se limita al manejo de herramientas tecnológicas, sino que implica la capacidad de innovar y mejorar procesos educativos. Este enfoque se complementa con el análisis de Herrera Domínguez et al. (2023) en Perú, quienes estudian el desarrollo y la percepción de las competencias digitales en la

educación universitaria, utilizando herramientas adaptadas localmente para reflejar la diversidad en la percepción de estas competencias y subrayar la importancia de la personalización de los instrumentos de evaluación.

Finalmente, los estudios de Llopis et al. (2021) y Gabarda Méndez et al. (2017) analizan la autoevaluación de competencias digitales por estudiantes, quienes muestran actitudes positivas hacia el uso académico de la tecnología, pero carecen de habilidades críticas en seguridad y resolución de problemas. Estos hallazgos destacan la necesidad de enfoques integrales que combinen habilidades tecnológicas, pedagógicas y sociales para una formación efectiva.

3. MÉTODO

3.1 Muestra

La investigación utilizó un muestreo por conveniencia, una técnica común en estudios educativos que facilita el acceso a una población disponible sin criterios de aleatoriedad (Etikan et al., 2016; Patton, 2002). Este enfoque es útil en entornos educativos, donde las limitaciones de tiempo y recursos suelen condicionar la selección de muestras (Cohen et al., 2018).

La muestra original incluyó 2460 estudiantes matriculados en Pedagogía (270), *Educatore nei servizi per l'infanzia* (840) y *Scienze della Formazione Primaria* (1350). De estos, 806 participaron activamente y se analizaron 782 respuestas válidas, representando adecuadamente a la población estudiada y permitiendo un análisis relevante.

Se informó a los participantes sobre los objetivos, procedimientos, y se garantizó anonimato y confidencialidad. No se solicitaron datos que pudieran identificarlos, respetando los principios éticos de la investigación.

3.1. Procedimiento

Para cumplir los objetivos de la investigación, se adaptó el "Cuestionario de Competencia Digital para Futuros Maestros" (CCDFM) (Cabero-Almenara et al., 2020), validado previamente en estudios similares. Este instrumento busca ayudar a futuros docentes a reflexionar sobre su formación y promover su rol como agentes de cambio en la educación.

El proceso de adaptación al contexto italiano incluyó tres fases: traducción, estudio piloto y validación. La traducción literal fue realizada por traductores bilingües y expertos educativos, seguida de ajustes culturales para garantizar claridad y comprensión en el contexto italiano. Se añadieron tres preguntas adicionales y más ejemplos para mejorar la comprensión de los ítems (Fernández-Scagliusi y Llorente, 2023). En la sección sociodemográfica, se incorporó la opción "altro" (otro) en "Sexo" para reflejar la diversidad, y todas las preguntas se establecieron como obligatorias para asegurar datos completos y precisos.

Tras esta fase inicial, el cuestionario adaptado fue evaluado por expertos académicos y sometido a un estudio piloto con estudiantes de educación, lo que permitió identificar y corregir posibles dificultades en su interpretación. Finalmente, se validó mediante análisis

estadísticos, evaluando fiabilidad (coeficiente alfa de Cronbach), consistencia interna y estructura factorial mediante análisis factorial exploratorio.

Todo el proceso de desarrollo y validación del cuestionario adaptado estuvo constantemente supervisado por expertos de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Bolonia, garantizando la calidad y pertinencia del instrumento para su aplicación en Italia.

3.2. Instrumento: Cuestionario de Competencias Digitales

El CCDFM evalúa cinco áreas principales de competencias digitales: uso básico de TIC, comunicación digital, gestión de información, creación digital y seguridad digital. Estas áreas incluyen preguntas que exploran desde la capacidad de utilizar herramientas tecnológicas básicas hasta la habilidad para crear contenido digital y proteger la información en entornos digitales. Por ejemplo, en el área de comunicación digital, se incluyen preguntas sobre la habilidad de los estudiantes para utilizar plataformas en línea en proyectos colaborativos y en la sección de gestión de información se evalúa su capacidad para organizar y manejar datos de manera efectiva.

Este cuestionario fue seleccionado por su enfoque integral en competencias digitales relevantes para el contexto educativo y su aplicabilidad en el análisis de competencias en futuros docentes.

3.3. Análisis de datos

Para la recolección de datos, se utilizó la plataforma Qualtrics, proporcionada por la Universidad de Bolonia (Unibo), permitiendo la distribución eficiente del cuestionario mediante un enlace enviado a los estudiantes. Además, en visitas presenciales a clases, se entregaron códigos QR impresos para facilitar el acceso al cuestionario a través de dispositivos móviles.

Una vez concluida la recolección, se exportaron las respuestas de la plataforma Qualtrics y se procesaron en el software SPSS versión 29 para su análisis estadístico. Se realizaron estadísticas descriptivas, calculando la media y desviación estándar para cada área de competencias digitales, ofreciendo una visión detallada del nivel autovalorado por los estudiantes.

4. RESULTADOS

En este estudio aporta una perspectiva renovada frente a otros previos sobre el uso de las tecnologías inmersivas, al centrarse en un análisis exhaustivo de factores específicos que contribuyen al aprendizaje profundo, como la inmersión, la interacción y el diseño pedagógico de las experiencias y no limitarse a experiencias en un único ámbito de estudio (Jiang et al, 2021).

Es relevante remarcar que se ha analizado la efectividad pedagógica de las tecnologías inmersivas en educación superior a través de la revisión de las investigaciones realizadas en los últimos cinco años.

A este respecto se observa que, la inmersión y la experiencia de interacción influyen positivamente en la comprensión del alumnado, especialmente en el contexto de la realidad virtual inmersiva. En consonancia con los resultados obtenidos en esta investigación, un estudio reciente corrobora la importancia de la inmersión y la interacción como características de la tecnología de realidad virtual inmersiva en la experiencia y los resultados del aprendizaje en educación superior (Kaur et al., 2023).

Otro de los factores esenciales que influyen en la efectividad pedagógica de estas tecnologías estriba en el diseño de la experiencia de aprendizaje. La integración de la VR inmersiva en el currículo educativo requiere un enfoque pedagógico constructivista basado en la participación activa del alumnado (Hajirasouli et al., 2023). Especialmente, se ha observado un mayor compromiso, participación, creatividad y motivación por parte de los estudiantes cuando se les aporta la oportunidad de utilizar la VR en actividades de diseño y construcción.

Conforme a este modelo, y acorde a los hallazgos de este estudio, a la hora de integrar las tecnologías inmersivas en pro de un aprendizaje significativo y satisfactorio es preciso conocer y promover un nivel adecuado de conocimientos previos antes de las prácticas inmersivas para después integrar en la dinámica habitual de aprendizaje prácticas repetidas de corta duración donde las tecnologías ofrezcan una experiencia lo más realista posible a la vez que dirigida a un objetivo concreto claramente definido desde el inicio y que además, suponga un desafío. También es relevante aportar una retroalimentación inmediata y valiosa, así como garantizar la coherencia y adecuación entre los contenidos teóricos y las prácticas inmersivas para favorecer la comprensión del alumnado. Se ha comprobado también que realizar actividades posteriormente a la práctica inmersiva que fomenten la reflexión, la metacognición o el trabajo colaborativo. son clave para obtener beneficios cognitivos máximos (Agbo et al., 2023; Makransky y Lilleholt, 2018; Parong et al., 2020).

Además, la repetición de experiencias inmersivas puede ser beneficiosa para mantener el compromiso y la satisfacción de los estudiantes a largo plazo (Taçgin, 2020), por lo que podemos decir que otro de los factores relevantes para aprovechar las potencialidades de las tecnologías inmersivas en pro del aprendizaje es su integración completa y continuada en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Así, los estudios cuasiexperimentales y de casos, así como las experiencias piloto analizadas, ofrecen información contextualizada en entornos educativos reales, aunque estas muestras suelen ser pequeñas debido a limitaciones de recursos, proporcionan valiosos resultados sobre la efectividad pedagógica de estas tecnologías en educación superior.

No obstante, para comprender mejor la ideación, el diseño y la aplicación de las nuevas aplicaciones de tecnologías inmersivas en el ámbito educativo se hace necesario disponer de un mayor número de investigaciones longitudinales que puedan proporcionar información más sólida sobre los efectos a largo plazo de la integración de tecnologías como la realidad virtual en el aprendizaje y su transferencia.

Para facilitar la integración de tecnologías inmersivas en el aula, se recomienda que los docentes adapten estas herramientas a los objetivos de aprendizaje específicos, comenzando por actividades simples y prácticas de corta duración. Es aconsejable utilizar dispositivos accesibles, como cascos de realidad virtual o simuladores de escritorio, para facilitar experiencias seguras y escalables. Un enfoque pedagógico adecuado podría incluir la

combinación de actividades previas que refuercen conocimientos básicos e iniciales con prácticas guiadas por el docente que ayudan al alumnado a fomentar el compromiso y permitan una exploración activa. La retroalimentación inmediata, del proceso de aprendizaje y del desempeño, es relevante para ayudarles a afianzar conceptos, identificar posibles mejoras y fortalecer habilidades.

Asimismo, para maximizar la retención a largo plazo y evaluar los efectos duraderos de las tecnologías inmersivas, es recomendable que los formadores incluyan prácticas de seguimiento o repetición periódica, así como actividades de reflexión y metacognición. Estos pueden incluir ejercicios de autoexplicación o actividades de revisión colaborativa que ayuden a los estudiantes a transferir el conocimiento a nuevas situaciones propuestas. Ahora bien, como se observa en la literatura, es necesario seguir investigando en estudios longitudinales sobre el impacto de estas tecnologías en la memoria y transferencia del aprendizaje, pero se anticipa que estos enfoques pueden contribuir a un aprendizaje más profundo y duradero, generando un valor pedagógico sostenible.

Las investigaciones analizadas subrayan el impacto positivo de las tecnologías inmersivas en el aprendizaje, especialmente en términos de comprensión, participación, motivación y creatividad. Sin embargo, se requiere de una adecuada planificación y un enfoque pedagógico minucioso para garantizar el máximo aprovechamiento de estas tecnologías. La investigación futura debe centrarse en la integración de la RV en entornos educativos reales y en la exploración de estrategias efectivas para su implementación.

5. RESULTADOS

5.1. Estadísticas descriptivas de las Competencias Digitales

La Tabla 1 presenta las medias y desviaciones estándar de las cinco áreas de competencias digitales evaluadas: Alfabetización digital, Comunicación y colaboración, Búsqueda y tratamiento de la información, Ciudadanía digital y Creatividad e innovación. Este análisis ofrece una visión clara de las fortalezas y debilidades percibidas por los futuros educadores en el ámbito digital.

Tabla 1

Media y Desviación estándar de Competencias Digitales

Estadísticos descriptivos		
	Media	Desviación estándar
1. Alfabetización digital		
1.1. Uso sistemas operativos	8,11	1,842
1.2. Uso dispositivos móviles	8,31	1,788
1.3. Configuro y uso gestor de correo	8,40	1,791
1.4. Uso software de edición de audio	8,62	1,639

Estadísticos descriptivos		
	Media	Desviación estándar
1.5. Uso software de imagen	8,43	1,793
1.6. Uso software de video	8,51	1,741
1.7. Uso herramientas de comunicación sincrona	8,47	1,761
2. Comunicación y colaboración		
2.1. Conozco herramientas web 2.0 para compartir recursos	7,08	1,911
2.2. Sé diseñar, crear o modificar sitios web	6,79	1,936
2.3. Sé buscar, guardar y clasificar recursos en Internet	6,90	1,938
3. Búsqueda y tratamiento de la información		
3.1. Identifico información relevante evaluando fuentes y su origen	6,21	2,239
3.2. Organizo, analizo y uso éticamente info de varias fuentes	6,36	2,211
3.3. Sintetizo y selecciono info para crear y asimilar nuevo contenido	6,44	2,240
3.4. Uso software para mapas conceptuales y mentales (Canva, Genially), diagramas o esquemas	6,30	2,204
4. Ciudadanía digital		
4.1. Promuevo y practico el uso seguro, legal y responsable de la info y TIC	5,98	2,116
4.2. Me comprometo con mi aprendizaje usando las TIC	6,23	2,207
4.3. Soy competente para hacer críticas constructivas y aportar en actividades TIC	6,42	2,108
5. Creatividad e innovación		
5.1. Concibo ideas originales e innovadoras usando TIC	5,01	1,241
5.2. Creo trabajos originales con Tecnologías Emergentes	4,70	1,326
5.3. Me mantengo actualizado sobre tendencias TIC y su potencial educativo	4,71	1,390
5.4. Uso ejemplos y simulaciones virtuales para explorar temas complejos de forma práctica	5,11	1,313
5.5. Construyo materiales creativos con tecnología para apoyar mi aprendizaje	4,44	1,541
5.6. Me adapto a nuevas situaciones y entornos tecnológicos	4,92	1,499

En la dimensión de **Alfabetización digital**, que incluye habilidades como el uso de sistemas operativos, la configuración de gestores de correo electrónico y el manejo de software de edición de sonido, imagen y video, las medias varían entre 8.11 y 8.62. Estos valores indican una percepción elevada de competencia en esta área. La menor desviación estándar, de 1.639 en el ítem relacionado con el uso de sistemas operativos, sugiere una consistencia considerable en las respuestas, reflejando un consenso en torno a esta habilidad. Estos resultados evidencian que los estudiantes se sienten seguros en el uso de tecnologías digitales básicas, habilidades que son fundamentales en su formación académica y profesional.

Por otro lado, la dimensión de **Comunicación y colaboración**, que evalúa la familiaridad con herramientas Web 2.0 para compartir y publicar recursos, la capacidad para diseñar y modificar sitios web y la organización de recursos en línea, las medias son notablemente más bajas, oscilando entre 6.79 y 7.08, con desviaciones estándar cercanas a 2.0. La alta variabilidad sugiere diferencias en experiencia previa, evidenciando la necesidad de fortalecer estas habilidades, fundamentales en entornos educativos colaborativos.

En cuanto a la dimensión de **Búsqueda y tratamiento de la información**, que incluye habilidades como la identificación y evaluación de información relevante, la organización y análisis ético de datos, y el uso de software para crear mapas conceptuales, las medias oscilan entre 6.21 y 6.44, con desviaciones estándar superiores a 2.0. Esta combinación de medias moderadas y alta variabilidad sugiere que, mientras algunos estudiantes se sienten competentes en la gestión de información, otros presentan inseguridad o falta de dominio en esta área.

La **Ciudadanía digital**, con competencias como el uso seguro, legal y responsable de las TIC, el compromiso con el aprendizaje digital y la habilidad para realizar críticas constructivas, presenta medias que van de 5.98 a 6.42, y desviaciones estándar de 2.108 a 2.207. Este nivel de competencia moderado-bajo sugiere que los estudiantes no se sienten completamente seguros en aspectos éticos y críticos del uso de tecnologías digitales. Fortalecer estas competencias en el contexto de la formación docente es importante, dado el papel que los futuros educadores tendrán en fomentar una ciudadanía digital responsable entre sus propios estudiantes.

Finalmente, la dimensión de **Creatividad e innovación** muestra las medias más bajas de todas las áreas evaluadas, variando entre 4.44 y 5.11, con desviaciones estándar de entre 1.241 y 1.541. Esta dimensión incluye ítems como la capacidad para generar ideas originales utilizando TIC, el uso de tecnologías emergentes, la actualización sobre tendencias digitales educativas, y la creación de contenido digital. Los bajos niveles reflejan una percepción limitada de habilidad para innovar y crear utilizando tecnologías digitales.

En resumen, los resultados muestran que, aunque las habilidades básicas de alfabetización digital están bien desarrolladas, las competencias avanzadas en creatividad, ciudadanía digital y colaboración en línea necesitan un enfoque educativo más profundo. La alta variabilidad sugiere diferencias significativas en competencias digitales, probablemente vinculadas a la experiencia previa y el acceso a tecnologías.

5.2. Comparaciones y correlaciones

Esta sección analiza las competencias digitales en función del género y la edad, así como las interrelaciones entre las distintas competencias evaluadas. Las tablas destacan diferencias significativas y correlaciones entre variables, identificando patrones y necesidades específicas de formación según grupos demográficos. Además, una matriz de correlación revela cómo las distintas competencias digitales se relacionan entre sí.

Por género:

La Tabla 2 muestra las medias de las cinco dimensiones de competencia digital por género (Mujer, Hombre, Otro).

Tabla 2

Estadísticas descriptivas por género

Género	Alfabetización Digital	Comunicación y Colaboración	Búsqueda y Tratamiento de la Información	Ciudadanía Digital	Creatividad e Innovación
Mujer	8.44	6.88	6.27	6.21	4.87
Hombre	8.34	7.01	6.43	6.22	4.71
Otro	8.31	6.62	6.43	5.43	4.74

Las respuestas indican que, en **Alfabetización Digital**, las mujeres obtienen una media ligeramente más alta (8.44) que los hombres (8.34) y el grupo "Otro" (8.31), sugiriendo una mayor percepción de competencia en herramientas tecnológicas. No obstante, estas diferencias no son estadísticamente significativas.

En cuanto a la dimensión de **Comunicación y colaboración**, los hombres presentan una media ligeramente superior (7.01) frente a las mujeres (6.88) y el grupo "Otro" (6.62). Esta variabilidad sugiere que los hombres pueden sentirse más cómodos utilizando herramientas digitales para la comunicación y la colaboración. No obstante, las diferencias en esta área tampoco resultaron estadísticamente significativas.

Por otra parte, en la dimensión de **Búsqueda y tratamiento de la información** los hombres y el grupo "Otro" reportan medias similares (6.43), mientras que las mujeres presentan una media ligeramente más baja (6.27), sugiriendo una percepción ligeramente superior de competencia en los hombres.

En **Ciudadanía digital**, mujeres y hombres presentan medias similares (6.21 y 6.22, respectivamente), mientras que el grupo de género "Otro" reporta una media más baja (5.43), indicando una menor percepción de competencia en el uso ético y seguro de tecnologías.

Finalmente, en **Creatividad e innovación**, las mujeres presentan la media más alta (4.87), seguidas por el grupo "Otro" (4.74) y los hombres (4.71). Aunque las diferencias son pequeñas, los bajos resultados resaltan la necesidad de fortalecer la percepción de competencia en creatividad digital, clave en un contexto educativo innovador.

Estas comparaciones entre géneros no mostraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las dimensiones de competencia digital. Sin embargo, los patrones observados en las medias sugieren que existen ligeras variaciones en la percepción de competencias específicas según el género.

Por edad:

Se utilizó un análisis ANOVA para evaluar si las percepciones de competencias digitales varían significativamente según la edad, analizando cómo distintos grupos etarios valoran sus habilidades digitales.

Según la Tabla 3, no se encontraron diferencias significativas entre grupos de edad en **Alfabetización Digital** ($F = 0.109$, $p = 0.741$), sugiriendo que la percepción de competencia en habilidades básicas digitales es relativamente uniforme en todas las edades. De manera similar, en **Ciudadanía Digital** ($F = 0.037$, $p = 0.848$) y **Creatividad e Innovación** ($F = 0.032$, $p = 0.858$), no se observaron variaciones significativas. Estos resultados indican que las habilidades de los estudiantes para actuar de manera ética y segura en entornos digitales, así como su capacidad para innovar y ser creativos utilizando TIC, son percibidas de forma consistente independientemente de la edad.

En **Comunicación y Colaboración**, aunque los resultados no fueron estadísticamente significativos ($F = 1.677$, $p = 0.196$), se observó una posible variación entre grupos de edad. Esto sugiere diferencias en la percepción de colaboración digital, que podrían explorarse en futuros estudios para identificar factores influyentes.

Por último, la dimensión de **Búsqueda y Tratamiento de la Información** mostró el valor más cercano a la significancia estadística ($F = 2.950$, $p = 0.086$), sugiriendo posibles diferencias por edad en la percepción de esta competencia. Aunque este resultado no es concluyente, sugiere que los estudiantes de distintas edades pueden tener niveles de confianza y habilidad ligeramente diferentes en la gestión y procesamiento de información digital.

El ANOVA revela que, en general, no hay diferencias significativas en la percepción de competencias digitales entre grupos de edad. Sin embargo, las tendencias en Comunicación y Colaboración, y en Búsqueda y Tratamiento de la Información, sugieren la necesidad de investigar más a fondo las necesidades de formación digital según la edad.

Tabla 3

Resultados del Análisis ANOVA por Edad

Sección	F-statistic	p-value
Alfabetización Digital	0.109	0.741
Comunicación y Colaboración	1.677	0.196
Búsqueda y Tratamiento de la Información	2.950	0.086
Ciudadanía Digital	0.037	0.848
Creatividad e Innovación	0.032	0.858

Matriz de correlación:

La Tabla 4 presenta la matriz de correlación entre las distintas competencias digitales evaluadas, proporcionando una visión completa de las interrelaciones entre dimensiones. Los coeficientes de correlación indican la fuerza y dirección de las relaciones, con valores cercanos a 1 o -1 que reflejan relaciones fuertes positivas o negativas.

En esta matriz, se observan correlaciones positivas significativas entre varias competencias. En **Alfabetización Digital**, los ítems relacionados con el uso de diferentes tipos de software (sonido, imagen, video) presentan coeficientes de correlación altos (>0.90), lo cual indica que los

estudiantes que se sienten competentes en el manejo de un tipo de software tienden también a tener confianza en el uso de otros.

También se observan correlaciones significativas en la dimensión de **Comunicación y Colaboración** con **Ciudadanía Digital** ($r > 0.85$ en varios pares de ítems), sugiriendo que quienes son competentes en colaboración digital también valoran el uso ético de las TIC.

En la dimensión de **Creatividad e Innovación**, las correlaciones positivas con la dimensión de **Búsqueda y Tratamiento de la Información** ($r > 0.80$) podría indicar que el desarrollo de habilidades de gestión de información facilita la creatividad, ya que permite a los estudiantes organizar y sintetizar datos para aplicarlos de forma innovadora.

En general, esta matriz de correlación destaca cómo la mejora de una competencia puede influir positivamente en otras, confirmando la importancia de una formación en todas las áreas en competencias digitales para los futuros docentes.

Tabla 4

Matriz de Correlación entre Competencias Digitales

	Dimensión 1							Dimensión 2			Dimensión 3				Dimensión 4			Dimensión 5						
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	
1.1	1	0,941	0,924	0,915	0,913	0,919	0,919																	
1.2	0,941	1	0,963	0,928	0,948	0,933	0,932																	
1.3	0,924	0,963	1	0,938	0,955	0,932	0,927																	
1.4	0,915	0,929	0,938	1	0,931	0,942	0,921																	
1.5	0,913	0,948	0,955	0,931	1	0,948	0,951																	
1.6	0,919	0,934	0,932	0,942	0,948	1	0,945																	
1.7	0,919	0,933	0,927	0,921	0,951	0,945	1																	
2.1								1	0,936	0,927														
2.2								0,936	1	0,895														
2.3								0,927	0,895	1														
3.1											1	0,889	0,860	0,886										
3.2											0,890	1	0,862	0,885										
3.3											0,860	0,862	1	0,937										
3.4											0,886	0,885	0,937	1										
4.1															1	0,912	0,926							
4.2															0,912	1	0,898							
4.3															0,926	0,898	1							
5.1																		1	0,844	0,875	0,865	0,833		0,851
5.2																		0,844	1	0,876	0,885	0,829		0,809
5.3																		0,875	0,876	1	0,866	0,843		0,861
5.4																		0,865	0,885	0,866	1	0,797		0,852
5.5																		0,833	0,829	0,843	0,797	1		0,728
5.6																		0,851	0,809	0,861	0,852	0,728		1

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este estudio ha evaluado las competencias digitales de los estudiantes de la Universidad de Bolonia, con el objetivo de identificar el nivel general de competencia digital, determinar las áreas de competencia más y menos desarrolladas, investigar posibles diferencias significativas en estas competencias según el género y la edad de los participantes, y ofrecer recomendaciones para fortalecer la formación en competencias digitales. Los resultados confirman tendencias previas y destacan tanto fortalezas en el manejo digital como áreas de mejora.

Estudios previos, como el de Esteve-Mon et al. (2020), han señalado que las competencias digitales en estudiantes universitarios suelen mostrar variaciones según el género, con los hombres reportando mayores habilidades en algunos aspectos técnicos, mientras que las mujeres destacan en competencias comunicativas y colaborativas. Sin embargo, investigaciones como las de Guillén-Gámez et al. (2019) y Novoa y Sánchez (2020), no han encontrado diferencias significativas en competencias digitales por género, sugiriendo que el acceso equitativo a tecnología puede reducir disparidades, en línea con este estudio.

En cuanto a la edad, Chiecher (2020) indica que los estudiantes más jóvenes suelen reportar mayores niveles de competencia en el uso de tecnologías emergentes, posiblemente debido a su exposición temprana a dispositivos digitales, una tendencia también reflejada parcialmente en los resultados de este estudio.

Respondiendo a los objetivos planteados, estos resultados muestran que los estudiantes poseen un manejo competente de las herramientas digitales, con un promedio de 8.41 en alfabetización tecnológica. Sin embargo, transformar este conocimiento en prácticas pedagógicas efectivas sigue siendo un desafío, como señalan Colomer Rubio et al. (2018) y Tárraga-Mínguez et al. (2017), quienes afirman la importancia de un enfoque integrado del modelo TPACK. Para los futuros docentes, no basta con manejar herramientas digitales; también es necesario comprender cómo aplicarlas en el contexto del aula para maximizar su efectividad educativa.

Por otro lado, la dimensión de Creatividad e Innovación, con una media de 4.81, evidencia una significativa oportunidad de mejora. Teniendo en cuenta este resultado, es importante diseñar programas formativos que no solo fortalezcan las habilidades digitales técnicas, sino que también estimulen el pensamiento crítico y la innovación, de manera que los estudiantes se sientan capaces de usar la tecnología de forma original y adaptativa.

El análisis ANOVA no mostró diferencias significativas en competencias digitales según el género, coincidiendo con lo señalado por Ruiz-Palmero et al. (2023). Esto sugiere que factores como la experiencia educativa y el acceso a recursos tecnológicos podrían ser más determinantes que el género o la edad.

Los resultados de este estudio tienen importantes implicaciones para la política educativa de la Universidad de Bolonia, ya que reflejan la necesidad de fortalecer la formación en creatividad e innovación digital. Es fundamental que los futuros docentes adquieran competencias básicas en TIC, pero también que desarrollen la capacidad de aplicar estas tecnologías de manera innovadora en sus prácticas pedagógicas. La implementación de programas de formación

continúa en competencias digitales, como sugieren Bentri y Hidayati (2023), es clave para que los docentes puedan experimentar con métodos pedagógicos creativos que transformen su práctica educativa y mejoren la experiencia de aprendizaje de sus estudiantes.

Entre las limitaciones de este estudio destacan el alcance de la muestra y la profundidad de los factores demográficos analizados. Futuras investigaciones podrían ampliar el análisis incorporando variables adicionales, como el acceso a recursos tecnológicos, el contexto socioeconómico y comparaciones entre distintos campos de estudio. Asimismo, un enfoque longitudinal permitiría observar el desarrollo de competencias digitales a lo largo del tiempo, proporcionando una visión más completa de la evolución de estas habilidades.

7. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, M.V.F.S y C.L.C.; curación de datos, M.V.F.S y C.L.C.; análisis formal, M.V.F.S y C.L.C.; investigación, M.V.F.S y C.L.C.; metodología, M.V.F.S y C.L.C.; supervisión, M.V.F.S y C.L.C.; validación, M.V.F.S y C.L.C.; redacción—preparación del borrador original, M.V.F.S.; redacción—revisión y edición, M.V.F.S y C.L.C.

8. REFERENCIAS

- Agrati, L. S. (2021). L'emergenza da coronavirus come verifica delle competenze digitali dei docenti: Indagine sulla pregressa formazione in servizio. *Formazione y Insegnamento*, 19(2), 179-192.
- Arruti, A., Jessica, P.-C., y Oihane, K. (2021). Análisis de contenido de la competencia digital en distintos marcos legislativos. *Aloma: Revista de Psicologia, Ciències de l'educació i de l'esport* Blanquerna, 38(2 SE-Educació). <https://doi.org/10.51698/aloma.2020.38.2.149-156>
- Aruvee, E., y Vintere, A. (2022). Use of ict in mathematics studies to develop digital skills of undergraduate engineering students. *21st International Scientific Conference Engineering for Rural Development Proceedings*. <https://doi.org/10.22616/erdev.2022.21.tf291>.
- Bentri, A., y Hidayati, A. (2023). Improving Digital Pedagogy Competence Through In- Service Training for Elementary School Teacher. *Journal of Physics: Conference Series*, 2582. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2582/1/012064>.
- Betancur-Chicué, V., Gómez-Ardila, S.E., Cárdenas-Rodríguez, Y.P., Hernández-Gómez, S. .A., Galindo-Cuesta, J.A., y Cadrazco-Suárez, M.A. (2023). Instrumento para la identificación de competencias digitales docentes: Validación de un instrumento basado en el DigCompEdu en la Universidad de la Salle, Colombia. *Revista Prisma Social*, (41), 27–46.
- Biagioli, R., y Oliviero, S. (2022). *Il Tirocinio Diretto Digitale Integrato (TDDI): Il progetto sperimentale per lo sviluppo delle competenze delle maestre e dei maestri*. Firenze University Press. <https://doi.org/10.36253/978-88-5518-587-5>

- Bravo, M. P. C., Jiménez, J. C., y de Cózar, S. R. (2017). Competencias digitales del alumnado no universitario. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 16(1), 7-20.
- Butcher, N. (2019). *Marco de competencias docentes en materia de TIC UNESCO*. París: UNESCO
- Cabero Almenara, J., Barroso Osuna, J. M., Gutiérrez Castillo, J. J., y Palacios-Rodríguez, A. D. P. (2020). Validación del cuestionario de competencia digital para futuros maestros mediante ecuaciones estructurales. *Bordón*, 72 (2), 45-63.
- Chiecher, A. C. (2020). Competencias digitales en estudiantes de nivel medio y universitario: ¿Homogéneas o heterogéneas? *Praxis Educativa*, 24(2), 1-14. <https://doi.org/10.19137/praxiseducativa-2020-240208>
- Cimò, E. (2020). L'importanza di essere connessi: l'educazione digitale nei curricula scolastici dei sistemi educativi europei e il nuovo curriculum francese nell'area delle scienze digitali. *IUL Research, Open Journal of IUL University*, 1(1), 226-241.
- Cohen, L., Manion, L., y Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (8th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315456539>
- Colomer Rubio, J. C., Sáiz Serrano, J., y Bel Martínez, J. C. (2018). Competencia digital en futuros docentes de Ciencias Sociales en Educación Primaria: análisis desde el modelo TPACK. *Educatio Siglo XXI*, 36(1), 107-128. <https://doi.org/10.6018/j/324191>
- D'Elia, P. (2023). Potenziare l'apprendimento autoregolato nell'era digitale: ricerche e prospettive future. *In-Mind Italia*, 26.
- Empoli, S. (2023). *Memoria I-Com: Audizione di Stefano da Empoli, Camera dei Deputati - 3 maggio 2023*. Istituto per la Competitività.
- Engen, B. K. (2019). Comprendiendo los aspectos culturales y sociales de las competencias digitales docentes. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, (61), 9-19.
- Esteve-Mon, F. M., Llopis Nebot, M. Á., Viñoles Cosentino, V., y Adell-Segura, J. (2022). Digital teaching competence of university teachers: Levels and teaching typologies. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(13), 4-16. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i13.24345>
- Etikan, I., Musa, S. A., y 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>
- European Commission. (2024). *Italy Digital Decade Country Report 2024*. Publications Office of the European Union. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news-redirect/833351>
- Fernández Scagliusi, M. V., y Llorente Cejudo, C. (2023). Evaluar la Competencia Digital de Futuros Maestros: diseño y validación de un cuestionario adaptado al italiano en la

- Universidad de Bolonia. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (15), 172–187. <https://doi.org/10.6018/riite.581961>
- Fissore, C., Floris, F., Marchisio, M., Sacchet, M., y Rabellino, S. (2021). Didattica Online: modello di formazione per docenti di ogni ordine e grado. *Conferenza GARR 2021 - Sostenibile/Digitale - Selected Papers*, 7-16 giugno, 104-108. <https://doi.org/10.26314/GARR-Conf21-proceedings-21>
- Gabarda Méndez, V. G., Rodríguez Martín, A., y Moreno Rodríguez, M. D. (2017). La competencia digital en estudiantes de magisterio. Análisis competencial y percepción personal del futuro maestro. *Educatio Siglo XXI*, 35(2), 253-274. <https://doi.org/10.6018/j/298601>
- Gisbert Cervera, M., González Martínez, J., y Esteve Mon, F. M. (2016). Competencia digital y competencia digital docente: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*. <https://doi.org/10.6018/riite2016/257631>
- Guillén-Gámez, F. D., Lugones, A., & Mayorga-Fernández, M. J. (2019). ICT use by pre-service foreign languages teachers according to gender, age and motivation. *Cogent Education*, 6(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2019.1574693>
- Herrera Domínguez, A. A., Sotero Mendoza, M. C., y Herrera Domínguez, M. A. (2023). Competencias digitales en educación superior y las condiciones estructurales en el Perú. *CITAS: Ciencia, innovación, tecnología, ambiente y sociedad*, 9(2).
- Kullaslahti, J., Ruhalahti, S., y Brauer, S. (2019). Professional development of digital competences: Standardised frameworks supporting evolving digital badging practices. *Journal of Siberian Federal University. Humanities y Social Sciences*, 12(2), 175-186. <https://doi.org/10.17516/1997-1370-0387>
- Llopis, M.A, Santágueda, M., y Esteve, F. M. (2021). Competencia digital, actitudes y expectativas hacia las tecnologías digitales. Perfil de los futuros maestros de primaria. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (11), 114–130. <https://doi.org/10.6018/riite.470331>
- Llorente-Cejudo, C. (2024). Relationship and variation of dimensions in gamified experiences associated with the predictive model using GAMEX. *Journal of New Approaches in Educational Research*, (13). <https://doi.org/10.1007/s44322-023-00002-5>
- Llorente-Cejudo, C., Barragán-Sánchez, R., Puig-Gutiérrez, M., y Romero-Tena, R. (2023). Social inclusion as a perspective for the validation of the "DigCompEdu Check-In" questionnaire for teaching digital competence. *Education and Information Technologies*, 28, 9437–9458. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11273-4>
- Martín-Párraga, L., Llorente-Cejudo, C., y Barroso-Osuna, J. (2023). Variables de estudio e influencia de las TIC en el profesorado universitario: la competencia digital docente en una universidad peruana. *Campus virtuales*, 12(2), 9-18.

- Meyerhofer-Parra, R., y González-Martínez, J. (2024). Percepciones docentes sobre las competencias digitales y su uso para el bienestar digital: un análisis mixto sobre la ampliación del marco DigCompEdu. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (87), 115–133. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.87.2967>
- Ministero dell'Istruzione, (2022). Decreto Ministeriale n. 161 del 14 giugno 2022. [Piano Scuola 4.0]
- Novoa, P., y Sánchez, F. (2020). La docencia 4.0: Diferencias prospectivas según género. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 9(2), 137-158. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v9i2.12228>
- Pacetti, E., y Soriani, A. (2022). Insegnanti e competenze digitali: quale formazione iniziale e in servizio nel post pandemia? *Pedagogia oggi*, 20(1), 200-211. <https://doi.org/10.7346/PO-012022-26>
- Palmerio, L., y Caponera, E. (2020). *La situazione di studenti e insegnanti in relazione all'uso delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nel periodo precedente l'emergenza sanitaria da Covid-19*. INVALSI.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). Sage Publications.
- Perdomo, B., Martínez, O. G., y Barreto, I. B. (2020). Competencias digitales en docentes universitarios: una revisión sistemática de la literatura. *Edmetic*, 9(2), 92-115.
- Perifanou, M., y Economides, A. A. (11-13 de noviembre de 2019). *An instrument for the digital competence actions framework*. En ICERI2019 Proceedings, 12th annual International Conference of Education, Research and Innovation, Sevilla, España, IATED Digital library. <https://doi.org/10.21125/iceri.2019.2750>
- Ranieri, M. (2022). *Le competenze digitali degli insegnanti*. In R. Biagioli y S. Oliviero (Eds.), *Il Tirocinio Diretto Digitale Integrato (TDDI): Il progetto sperimentale per lo sviluppo delle competenze delle maestre e dei maestri* (pp. 49-60). Firenze University Press. <https://doi.org/10.36253/978-88-5518-587-5.6>
- Redecker, C., y Punie, Y. (2017). *Digital Competence of Educators DigCompEdu*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union
- Reis, C., Pessoa, T., y Gallego-Arrufat, M. J. (2019). Alfabetización y competencia digital en Educación Superior: Una revisión sistemática. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 17(1), 45-58.
- Rodríguez-Hoyos, C., Fueyo Gutiérrez, A., y Hevia Artime, I. (2021). Competencias digitales del profesorado para innovar en la docencia universitaria. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 61, 71-97.
- Rubio-Gragera, M., Cabero-Almenara, J., Llorente-Cejudo, C., y Palacios-Rodríguez, A. (2023). Estudio de la competencia digital docente en Escuelas Oficiales de Idiomas de Andalucía

y su relación con las variables género y edad. *Aloma: Revista de Psicología, Ciències de l'Educació i de l'Esport*, 41(1). <https://doi.org/10.51698/aloma.2023.41.1.51-58>

Ruiz-Palmero, J., Guillén Gámez, F. D., y Tomczyk, L. (2023). La formación permanente como predictor de éxito en la competencia digital del profesorado de Educación para llevar a cabo la acción tutorial. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 26(1), 1–12. <https://doi.org/10.6018/reifop.542181>

Tamaro, R., Iannotta, I. S., y Zanazzi, S. (2020). Valutare la competenza digitale: una ricognizione sulle pratiche in uso nei corsi di Scienze della Formazione Primaria. *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, 20(1), 187-202. <https://doi.org/10.13128/form-8264>

Tárraga-Mínguez, R., y Sanz-Cervera, P. (2018). ¿Qué estrategias de intervención funcionan en la educación de los niños con trastorno del espectro autista? Revisión de evidencias en la literatura científica. *ReiDoCrea*, 7, 279-287.

Trust, T. (2017). 2017 ISTE Standards for Educators: From Teaching With Technology to Using Technology to Empower Learners. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 34(1), 1–3. <https://doi.org/10.1080/21532974.2017.1398980>

Zavala, D., Muñoz, K., y Lozano, E. (2016). Un enfoque de las competencias digitales de los docentes. *Revista publicando*, 3(9), 330-340.



Para citar este artículo:



Fernández Scagliusi, M. V., y Llorente-Cejudo, C. Evaluación de Competencias Digitales en Estudiantes de Educación: un estudio en la Universidad de Bolonia. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (90), 92-110. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.90.3257>





Recursos tecnológicos y educación inclusiva: propuestas y recomendaciones de estudiantes universitarios con discapacidad

Technological resources and inclusive education: proposals and recommendations from university students with disabilities

  Almudena Cotán Fernández (A.C.F.); Universidad de Sevilla (España)

  Katia Álvarez Díaz (K.A.D.); Universidad de Huelva (España)

  José Ramón Márquez Díaz (J.R.M.D.); Universidad de Huelva (España)

  José Alberto Gallardo-López (J.A.G.-L.); Universidad de Cádiz (España)

RESUMEN

Actualmente, cada vez son más las instituciones de Educación Superior que están implementando los recursos tecnológicos dentro de sus aulas. Estos permiten crear entornos de aprendizaje que superan las barreras físicas y amplían las oportunidades de participación académica y social. Partiendo de esta premisa, el objetivo del estudio es analizar cómo contribuyen los recursos tecnológicos emergentes en el desarrollo de prácticas docentes inclusivas. Siguiendo los principios de la metodología cualitativa, se realizaron entrevistas a 11 estudiantes universitarios con discapacidad, provenientes de seis universidades andaluzas (España). Para el tratamiento de los datos, se analizó el contenido de las entrevistas en función de distintos códigos y categorías creados previamente de forma inductiva. Entre los resultados destaca el diseño de prácticas educativas apoyado en los recursos tecnológicos, dando lugar a la optimización de los aprendizajes de los estudiantes y, por tanto, de sus experiencias académicas. Sin embargo, se identifican barreras académicas en su implementación. Las conclusiones evidencian que los recursos tecnológicos se deben implementar de manera accesible e inclusiva, asegurando así que todas las personas, independientemente de sus necesidades individuales, tengan la oportunidad de participar de manera plena en el ámbito universitario y ajustado a sus necesidades.

ABSTRACT

Currently, more and more Higher Education institutions are implementing technological resources within their classrooms. These enable the creation of learning environments that overcome physical barriers and expand opportunities for academic and social participation. Starting from this premise, the aim of the study is to analyze how emerging technological resources contribute to the development of inclusive teaching practices. Following the principles of qualitative methodology, interviews were carried out with 11 university students with disabilities, from six Andalusian universities (Spain). To process the data, the content of the interviews was analyzed based on different codes and categories previously created inductively. Among the results, the design of educational practices supported by technological resources stands out, leading to the optimization of students' learning and, therefore, their academic experiences. However, academic barriers are identified in its implementation. The conclusions evidenced that technological resources must be implemented in an accessible and inclusive manner, thus ensuring that all people, regardless of their individual needs, could participate fully in the university environment and adjusted to their needs.

PALABRAS CLAVE - KEYWORDS

Recursos tecnológicos, Educación Superior, educación inclusiva, estudiantado universitario, discapacidad

Technological resources, Higher Education, inclusive education, university students, disability



1. INTRODUCCIÓN

El porcentaje de matriculación en las instituciones universitarias de los y las estudiantes vulnerables, como es el caso del estudiantado con discapacidad, ha aumentado en los últimos años (Majoko y Dunn, 2018). De acuerdo con el último informe de la Fundación Universia (2023), durante el curso académico 2021/2022, las universidades en España registraron un total de 22.156 estudiantes con discapacidad. Esta cifra equivale al 1,6% del total de la población estudiantil, que asciende a 1.386.981 estudiantes. Estos datos presentan una gran oportunidad para el sistema educativo universitario español, que debe enfocarse no sólo en garantizar el acceso de los estudiantes con discapacidad, sino, también, en asegurar su permanencia y finalización exitosa de sus estudios (Orozco y Moriña, 2023). Sin embargo, la realidad no siempre refleja estos avances (Perera et al., 2023).

Numerosas son las barreras que dificultan la trayectoria académica de este colectivo de estudiantes: problemas de accesibilidad, evaluaciones poco ajustadas, metodologías tradicionales o profesorado poco formado para atender a la diversidad (Cotán et al., 2021a; Moriña, 2022). Estas dificultades obstaculizan su progreso y éxito en la universidad, aumentando la tasa de abandono (Becker y Palladino, 2016). En contraste, otras investigaciones (Casali et al., 2024) revelan un alto nivel de satisfacción del estudiantado con discapacidad respecto a sus docentes (Majoko y Dunn, 2018). Estos destacan una preferencia por el profesorado que utiliza métodos activos y participativos basados en la teoría constructivista (Cotán et al., 2021a), realiza ajustes curriculares (Orozco y Moriña, 2023), ofrece diversas formas de evaluación (Castro, 2024) y emplea múltiples recursos tecnológicos (Perera et al., 2023; Suárez-Lantarón, 2023). Estas acciones responden al diseño de prácticas educativas inclusivas fundamentadas en los principios de la pedagogía inclusiva (Florian y Beaton, 2018).

Ideas similares se encuentran en el enfoque del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA) y el Diseño Universal de Instrucción (DUI), que promueven métodos proactivos donde el estudiantado desarrolla un aprendizaje constructivista y significativo mediante múltiples opciones de representación, acción y motivación (Gale et al., 2017). En este contexto, los principios confirman el marco pedagógico que defiende el uso de los recursos tecnológicos emergentes. Estas tecnologías ofrecen estrategias de participación efectiva en diversos contextos, facilitando el procesamiento de la información, la construcción del conocimiento y la socialización cultural virtual (Clancey y Hoffman, 2021).

Además, diversos estudios destacan que la adopción de prácticas educativas inclusivas basadas en accesibilidad y diseño digital facilita la inclusión, participación y acceso al contenido educativo mediante diversas vías de conocimiento, beneficiando particularmente al estudiantado con discapacidad (Perera y Moriña, 2019). Cuando los recursos tecnológicos se emplean de manera eficiente y se integran con tecnologías de asistencia, pueden proporcionar múltiples ventajas al estudiantado con discapacidad (McNicholl et al., 2023).

Ante esta realidad, las Universidades deben incorporar los recursos tecnológicos en sus programas y proyectos académicos y formativos (Fernández-Cerero y Román-Graván, 2023; Singh et al., 2024). De hecho, un número cada vez mayor de universidades está implementando

estas tecnologías en sus modalidades de enseñanza, tanto presenciales como virtuales (Edwards, 2019; Perera et al., 2023). En este contexto, los recursos tecnológicos se presentan como importantes herramientas pedagógicas que apoyan el desarrollo de las capacidades de los estudiantes con discapacidad, mejorando su calidad de vida en todos los ámbitos: social, personal y educativo (Mwantimwa, 2021).

Por tanto, el uso de los recursos tecnológicos en las instituciones universitarias permite crear entornos de aprendizaje que superan las barreras físicas y amplían las oportunidades de participación académica y social. Estas tecnologías fomentan el aprendizaje activo, la autonomía, la autodeterminación y la motivación, mejorando el proceso de inclusión educativa. Al eliminar obstáculos y ofrecer nuevas oportunidades de acceso al conocimiento, se mejoran los resultados académicos del estudiantado (Cotán et al., 2021b; Khouri et al., 2019). La tecnología aplicada al aula permite diversificar los formatos de acceso a la información (grabadoras, dispositivos de voz, software de ampliación, lectores de pantallas, etc.); ofrecer múltiples formas de representación del conocimiento; permitir acceso al contenido anywhere/anytime; fomentar el trabajo colaborativo; y desarrollar prácticas participativas interactivas (Bunbury, 2019; Mwantimwa, 2021).

Garantizar entornos de aprendizaje basados en recursos tecnológicos emergentes permite que, los y las estudiantes con discapacidad, adapten su proceso educativo según sus necesidades individuales. Además, asegura su participación equitativa en todos los espacios de aprendizaje, proporcionando una experiencia educativa de calidad (Moriña et al., 2024). Así, el contexto digital no solo responde a la diversidad del estudiantado y sus necesidades, sino que, también, promueve un sentido de pertenencia, mejorando su experiencia general de aprendizaje (Perera y Moriña, 2019). Por lo tanto, los recursos tecnológicos no solo deben ser vistos como una herramienta que facilita el acceso al aprendizaje, sino, también, como un recurso que ofrece flexibilidad educativa (Cotán et al., 2021b; Pacheco et al., 2021).

Diversos son los estudios que se han centrado en el impacto de los recursos tecnológicos en el aprendizaje del estudiantado (McNicholl et al., 2023; Sánchez-Díaz y Morgado, 2023), pero pocos lo han hecho centrado en las narraciones de los y las estudiantes con discapacidad en el ámbito de la ES (Majoko y Dunn, 2018; Perera et al., 2023). Derivado de esta realidad, el presente estudio pretende evidenciar, desde la propia voz del estudiantado universitario con discapacidad, cómo los recursos tecnológicos facilitan su inclusión en las aulas universitarias y mejoran sus aprendizajes. Para ello, los y las estudiantes con discapacidad adquieren un papel protagonista, ofreciendo recomendaciones para las universidades y el profesorado en el diseño de prácticas educativas inclusivas a través de los recursos tecnológicos. A su vez, este estudio puede ser especialmente útil para que el profesorado diseñe e implemente prácticas educativas inclusivas con el apoyo de los recursos tecnológicos emergentes y, de manera paralela, para que las universidades apuesten por acciones formativas centradas en el uso de los recursos tecnológicos desde un enfoque inclusivo. Con esta finalidad, el presente estudio tiene como propósito cubrir un vacío en la literatura y responder a las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cómo pueden los recursos tecnológicos facilitar la inclusión educativa en el ámbito universitario?
- ¿Qué recomendaciones realiza el estudiantado con discapacidad para el fomento de una educación inclusiva?

2. MÉTODO

Este estudio es parte de un proyecto de investigación más amplio denominado “Análisis de buenas prácticas inclusivas a través de los recursos tecnológicos en las aulas universitarias: la visión del estudiantado con discapacidad”, financiado por el Vicerrectorado de Innovación y Empleabilidad de la Universidad de Huelva (España). Desde un enfoque mixto, el objetivo general de este proyecto de investigación era analizar, desde la visión del estudiantado con discapacidad o necesidades específicas de apoyo educativo de las diferentes universidades andaluzas, cómo contribuyen los recursos tecnológicos emergentes en el desarrollo de prácticas docentes inclusivas.

De manera concreta, para el presente artículo, se analizarán los datos cualitativos obtenidos en el proyecto anteriormente citado, desde un enfoque exploratorio, orientado a describir y analizar una realidad específica a través del estudio profundo de los fenómenos que la caracterizan. En este caso, el foco se sitúa en el ámbito educativo, y se busca la respuesta a preguntas de investigación que permitan identificar y comprender aspectos clave relacionados con el uso de recursos tecnológicos para la educación inclusiva en las universidades.

También se pretende involucrar activamente a los estudiantes con discapacidad que viven esta realidad, por ello se tiene en cuenta en esta investigación su opinión directa, promoviendo su reflexión y análisis crítico sobre su situación en relación con la problemática abordada. De este modo, se busca construir un conocimiento significativo que contribuya a visibilizar sus experiencias y generar propuestas para avanzar hacia una educación superior más inclusiva.

Específicamente, el objetivo principal de este trabajo es examinar, desde la perspectiva del estudiantado con discapacidad, cómo los recursos tecnológicos impactan en la inclusión educativa en el contexto universitario, evaluando en qué medida estos recursos facilitan el aprendizaje de este colectivo. Además, se explorará, desde la voz de los y las participantes, cuáles son las principales recomendaciones que ofrecen al profesorado, en concreto, y a la universidad, como institución, para que desarrollen prácticas educativas inclusivas basadas en los recursos tecnológicos.

2.1. Participantes

La muestra está compuesta por 11 estudiantes universitarios con discapacidad, provenientes de seis universidades andaluzas. Para contar con la participación de estos estudiantes, y en cumplimiento con la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales, en un primer momento se estableció contacto con las Oficinas de Atención a la Discapacidad de las diversas universidades, detallando los objetivos del estudio, ofreciendo información sobre el instrumento de recogida de datos y solicitando su colaboración en la difusión de la investigación. Tras esto, las universidades que aceptaron participar enviaron un correo electrónico a los y las estudiantes con discapacidad matriculados/as en sus instituciones para informar sobre el estudio y animar a participar. Adicionalmente, se empleó la técnica de muestreo por bola de nieve (Dusek et al., 2015), accediendo a estudiantes con discapacidad conocidos previamente por el equipo de investigación. Para finalizar, se contactó con asociaciones andaluzas que trabajan con personas con diferentes tipos de discapacidad y necesidades específicas de apoyo educativo para que difundieran el proyecto.

Sobre las características generales que definen a las personas que participan, indicar que la edad de la mayoría (n=7) se sitúa entre los 45 y los 55 años, tres estudiantes tienen entre 25 y 34 años, y un único participante tiene entre 18 y 24 años. La muestra está compuesta por un 63.64% de mujeres y 36.36% de hombres. La mayoría presenta una discapacidad física (45.45%); seguidos de discapacidad física y mental (18.18%); discapacidad auditiva (9.09%); discapacidad mental (9.09%); y discapacidad física, auditiva y mental (9.09%). Por otro lado, un participante en la investigación indica presentar necesidades específicas de apoyo educativo, concretamente dislexia.

Siete estudiantes señalan tener una discapacidad leve (entre el 33% y el 49%), dos indican una discapacidad moderada (entre el 50% y el 70%) y los otros dos tienen una discapacidad grave (más del 70%). La mayoría de las discapacidades son adquiridas (n=8), mientras que algunas son congénitas (n=3). De los once participantes, siete dependen de diversos dispositivos de asistencia para facilitar su movilidad y actividades diarias. En relación con sus titulaciones, dos estudiantes están cursando un Máster en Educación Especial, tres están en el Grado en Educación Primaria, dos en el Grado en Psicología, y uno en cada una de las siguientes carreras: Doble Grado en Administración y Finanzas y Contabilidad, Grado en Lengua y Literatura Española, y Grado en Ciencias Políticas y de la Administración.

2.2. Recogida de datos

Para la recogida de la información del proyecto en general, se adoptó un enfoque mixto, con dos instrumentos de recogida de datos: un cuestionario cerrado de tipo mixto y una entrevista estructurada. Ambos instrumentos fueron diseñados específicamente para este estudio, coincidiendo con las dos fases de la investigación. El cuestionario, de carácter cuantitativo, desarrollado durante la primera fase del estudio, se organiza en cinco secciones: a) información sociodemográfica; b) características del profesorado inclusivo; c) rasgos de las prácticas inclusivas; d) metodologías y recursos tecnológicos para la inclusión; y e) relación entre universidad e inclusión. Por otro lado, la entrevista estructurada, desarrollada en la segunda fase del estudio, consta de 12 preguntas centradas en el impacto que tienen los recursos tecnológicos en la inclusión educativa en el ámbito universitario.

Los datos que en este artículo se exponen, pertenecen a la segunda fase del estudio y a la entrevista estructurada. El guion de entrevista fue validado por juicios de expertos en el área de estudio (Cabero y Llorente, 2013). Para ello, se seleccionaron siete profesionales Doctores/as expertos/as en atención a la diversidad, discapacidad y ES. Además, las personas evaluadoras seleccionadas son docentes universitarios (Universidad de Sevilla, Universidad de Cádiz, Universidad de Almería y Universidad de Málaga) y poseen una amplia experiencia en el diseño de instrumentos para la investigación educativa. Sobre el procedimiento de envío de la entrevista estructurada, se remitió a cada experto/a evaluador/a el guion de entrevista (vía correo electrónico), junto con una rúbrica de evaluación del instrumento. Se informó de los objetivos del estudio y se proporcionaron las instrucciones necesarias para el proceso de validación. Posteriormente, se obtuvieron las respuestas de los expertos con diversos aspectos de mejora relativos a: I) Claridad, adecuación, extensión y comprensión de las preguntas; II) Adecuación de los bloques temáticos o dimensiones de análisis que componen el guion de entrevista: excelente, buena, regular, mala; III) Idoneidad de cada pregunta: excelente, buena, regular, mala, y; IV) Observaciones generales del instrumento. Los/as expertos/as devolvieron

la evaluación al equipo de investigación. Posteriormente, se aplicaron al guion de entrevista las sugerencias de mejora que se consideraron oportunas y pertinentes, obteniendo una versión mejorada del instrumento de investigación.

Concretamente, en este artículo se presentan los datos obtenidos sobre el ámbito de investigación que explora el impacto de los recursos tecnológicos en la inclusión educativa universitaria y cuáles son las principales recomendaciones que las personas que participan realizan al profesorado y a las instituciones universitarias para el diseño de prácticas educativas inclusivas basadas en el uso de los recursos tecnológicos. Cuatro han sido las preguntas que se han analizado:

- ¿Cómo pueden los recursos tecnológicos facilitar la inclusión educativa en el ámbito universitario?
- ¿Cómo ha facilitado tu aprendizaje el uso de recursos tecnológicos en las aulas?
- ¿Qué recomendaciones realizarías al profesorado para fomentar el uso de los recursos tecnológicos en las aulas?
- ¿Qué recomendaciones harías a la universidad para que favorezca el uso de prácticas educativas e inclusivas a través de recursos tecnológicos?

Las entrevistas fueron diseñadas en formato digital, y se realizaron de manera individual y online. La duración estimada de la realización de las entrevistas fue de 20 minutos.

2.3. Análisis de datos

En el análisis de los datos se adoptó un enfoque cualitativo. Para organizar y clasificar la información, se crearon códigos y categorías de forma inductiva (Miles y Huberman, 1994). En primer lugar, se analizó el contenido de las entrevistas en función de distintos códigos y categorías de análisis generados de manera individual. En un segundo momento, de manera grupal, el equipo de investigación compartió los datos obtenidos del análisis individual previamente realizado y discutió los aspectos más complejos, persiguiendo solventar cualquier duda.

A continuación, en la Tabla 1 se expone el sistema de categorías y códigos utilizados en el análisis de los datos que se presentan en este artículo. Para el tratamiento y análisis de la información se empleó el software de análisis cualitativo Atlas.ti.

Tabla 1

Sistema de categorías y códigos

Categorías	Códigos
Recursos tecnológicos para la inclusión [RTI]	Accesibilidad y disponibilidad del contenido [ADC]
	Mejora en la comprensión del contenido [MCC]
	Flexibilidad y adaptación a las necesidades del estudiantado [FANE]
	Inclusión educativa y apoyo tecnológico [IEAT]
Recomendaciones a la universidad [RU]	Sensibilización sobre la diversidad [SD]
	Creación de espacios de comunicación [CEC]

Categorías	Códigos
	Formación continua y gratuita [FCG]
	Garantía de softwares y hardware accesibles [GSHA]
	Sensibilización del estudiantado y participación en propuestas [SEPP]
	Evaluación diagnóstica inicial [EDI]
	Seguimiento del estudiantado [SE]
	Mejora de la accesibilidad y usabilidad [MAU]
	Implementación de software y dispositivos accesibles [ISDA]
Recomendaciones al profesorado [RP]	Formación continua en tecnología [FCT]
	Integración de la tecnología para la inclusión [ITI]
	Apoyo adicional para el uso de tecnología [AAUT]
	Clases online en tiempo real o grabadas [COG]

2.4. Cuestiones éticas

Cada participante firmó un consentimiento informado que explicaba los objetivos del proyecto y establecía las condiciones para el tratamiento de los datos personales, en cumplimiento con la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos de Carácter Personal. El equipo de investigación se comprometió a enviar una copia del informe final por correo electrónico a aquellos participantes que lo solicitaran. Para proteger la identidad del estudiantado, toda la información recopilada fue anonimizada y se eliminaron todos los datos que pudieran revelar su identidad.

3. RESULTADOS

Los resultados evidencian que el diseño de prácticas educativas apoyado en los recursos tecnológicos mejora los aprendizajes del estudiantado con discapacidad y, por tanto, sus experiencias académicas. Sin embargo, identifican barreras académicas en su implementación. Este apartado se organiza en dos subapartados. En primer lugar, se analiza cómo los recursos tecnológicos facilitan la inclusión educativa del estudiantado con discapacidad en el aula y en las instituciones universitarias. En segundo lugar, se abordan, desde la voz de este colectivo estudiantil, recomendaciones a las instituciones universitarias, en general, y, en particular, al profesorado, destacando cuestiones como la accesibilidad, usabilidad y la capacitación docente.

3.1. ¿Cómo pueden los recursos tecnológicos facilitar la inclusión educativa en el ámbito universitario?

Para las personas que participan en este estudio, el uso de los recursos tecnológicos en las aulas universitarias les ha permitido acceder al contenido, mejorar la comprensión de la información proporcionada en la materia y flexibilizar el aprendizaje en base a sus necesidades y estilos de aprendizaje.

3.1.1. Accesibilidad y disponibilidad del contenido

Los recursos tecnológicos utilizados en las aulas han sido fundamentales para hacer que los contenidos de las materias sean más accesibles y estén más disponibles para el estudiantado. Algunos participantes indican haber tenido dificultades iniciales en el uso de los recursos y programas informáticos, debido a la falta de conocimiento de esas herramientas. Sin embargo, con el tiempo, se han formado en su uso e indican que son múltiples los beneficios que se derivan de los recursos tecnológicos (búsqueda de información instantánea, facilidad para realizar trabajo colaborativo, comunicación más fácil y rápida, etc.), permitiendo el desarrollo de un aprendizaje más eficiente, autónomo y sin obstáculos.

“Los recursos tecnológicos me han facilitado el aprendizaje, permitiéndome acceder a materiales de estudio de manera online y comunicarme con mi profesorado y equipo de compañeros de forma más fácil. Esto ha eliminado algunas barreras físicas, dándome la oportunidad de aprender de manera más flexible” (Participante 5).

3.1.2. Mejora en la comprensión del contenido

Algunos estudiantes indican que el uso de recursos tecnológicos les ha permitido una mejor comprensión del contenido y de las asignaturas, pudiendo presentar en sus trabajos la información de manera más dinámica y comprensible (presentaciones online, vídeos, imágenes, etc.), y ayudando al estudiantado a asimilar conceptos complejos de manera más efectiva.

“Comprendo mejor el contenido” (Participante 4).

“Las utilizo para mi estudio y, en las presentaciones, usan [profesorado] diapositivas y Kahoot. Es más divertido” (Participante 9).

3.1.3. Flexibilidad y adaptación a las necesidades del estudiantado

Para algunas personas entrevistadas, los recursos tecnológicos proporcionan flexibilidad y adaptación en sus aprendizajes, accediendo, por ejemplo, a clases virtuales cuando, por motivos físicos, no pueden estar en las aulas. De este modo, el acceso remoto se convierte en un elemento fundamental, que posibilita el hecho de poder participar activamente en el proceso educativo.

“Facilitando el acceso a la información y a la formación. Han hecho posible que pueda asistir a clases desde casa” (Participante 6).

Además, aseguran que los recursos tecnológicos permiten ajustar las evaluaciones a sus necesidades y, de esta manera, demostrar sus conocimientos y competencias, eliminando así las barreras físicas y curriculares.

“El campus virtual me permite acceder al contenido de las clases y seguirlas cuando no puedo estar físicamente. Además, adaptan las evaluaciones para que pueda demostrar mis conocimientos y habilidades como cualquier otro/a estudiante” (Participante 5).

3.1.4. Inclusión educativa y apoyo tecnológico

Una de las personas que participó afirmó no necesitar ajustes ni adaptaciones para el uso de los recursos tecnológicos. Sin embargo, esto no fue lo habitual en las repuestas ofrecidas. Para la mayoría de los y las participantes, utilizar recursos tecnológicos en las aulas ha sido fundamental para potenciar su inclusión educativa, además de fomentar sus aprendizajes y facilitar la comunicación.

“En mi caso, son indispensable para poder apoyarme y buscar información de cosas que no se entienden con facilidad. Además, te aportan facilidad en la comunicación y en la realización de tareas” (Participante 10).

3.1.5. Uso de los recursos tecnológicos en las aulas como sinónimo de inclusión educativa

Todas las personas entrevistadas concluyeron que el uso e implementación de los recursos tecnológicos en las aulas fomentó su inclusión en los procesos de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, algunos participantes recomendaron potenciar la utilización de los dispositivos móviles en las aulas y mejorar el uso, por parte del profesorado, de los recursos tecnológicos.

“Trabajar con la tecnología en las clases realmente me hace sentir bien. Aunque no esté físicamente, estoy. Y, si algunos días no puedo ir, no me pierdo nada, lo sigo por el campus. Sin embargo, creo que el profesorado tiene que ponerse las pilas y usar más los móviles en las aulas” (Participante 11).

3.2. ¿Qué recomendaciones realiza el estudiantado con discapacidad para el fomento de una educación inclusiva?

Las recomendaciones realizadas por las personas entrevistadas para el diseño de prácticas educativas inclusivas a través del uso e implementación de los recursos tecnológicos se centran en dos áreas: a) la universidad, en general; y b) el profesorado, en particular.

3.2.1. Recomendaciones a la universidad para que sea inclusiva a través de los recursos tecnológicos

Un amplio número de participantes destaca la necesidad de sensibilizar a la comunidad universitaria sobre la diversidad, y generar espacios y cauces (como foros, correos electrónicos, chats, etc.) donde el estudiantado con discapacidad pueda expresar sus necesidades y buscar soluciones y alternativas a las mismas.

“Es necesario sensibilizar al estudiantado sobre la diversidad. Fomentar que el estudiantado manifieste sus necesidades y no se conforme con lo que existe, sin plantearse mejoras para ellos mismos y para las generaciones futuras” (Participante 1).

“Se podría generar un canal de comunicación específico para los y las estudiantes con discapacidad y que en él podamos expresar nuestras necesidades y propuestas con respecto a los recursos tecnológicos en el campus” (Participante 5).

Para desarrollar prácticas educativas inclusivas y mejorar la accesibilidad en el entorno universitario, las personas entrevistadas proponen varias recomendaciones concretas. En primer lugar, destacan que es importante que las universidades ofrezcan acciones formativas,

de carácter continuo y gratuito, tanto al profesorado como al estudiantado, contando, además, con la voz de los y las estudiantes y el conocimiento de expertos en la materia. Para otros participantes, estas acciones permitirían enseñar y aprender a través de los recursos tecnológicos en las aulas y, de este modo, ofrecer diferentes formas de acceso al conocimiento, de representación del mismo y de participación.

“Propondría que formen al profesorado sobre cómo usar recursos tecnológicos en las aulas para fomentar la inclusión, formación en accesibilidad para el personal docente, garantizar la disponibilidad de softwares y hardware accesibles para los y las estudiantes, y fomentar la colaboración con expertos en tecnología y accesibilidad” (Participante 5).

Además, para algunos estudiantes es fundamental que, si se forma al profesorado para que use y aplique la tecnología en sus asignaturas, las universidades deben garantizar el acceso y la disponibilidad de softwares y hardware accesibles para los estudiantes, sin excepción. En este sentido, es fundamental que las universidades doten a sus aulas de estos recursos y que, por tanto, los profesores estén obligados no solo a usarlos, sino a usarlos de manera eficaz, didáctica y pedagógica.

“Que formen al profesorado y tengan obligación de impartir su docencia por este medio. Que hagan un ejemplo de cómo sería una Moodle inclusiva. Pero que se haga escuchando a los y a las estudiantes con discapacidad” (Participante 4).

“Que las aulas estuviesen bien dotadas de recursos tecnológicos para favorecer la enseñanza y aprendizaje al estudiante que posea alguna discapacidad” (Participante 2).

Además, todas las personas entrevistadas manifiestan la necesidad existente de mejorar la accesibilidad y la inclusión de los recursos tecnológicos en el entorno universitario. Así, destacan la importancia de sensibilizar al estudiantado, en general, y ofrecer espacios de participación para los y las estudiantes (con y sin discapacidad) desde donde puedan realizar propuestas de mejora. Además, proponen que se realice una evaluación diagnóstica donde se pueda identificar, desde el inicio del curso, las necesidades de cada estudiante.

“Considero que si hubiera más divulgación de la atención a la diversidad y se sensibilizara al estudiantado y se hiciera más accesible, el propio estudiante sería el que haría las propuestas de mejora” (Participante 1).

Sin embargo, algunos participantes identifican como una barrera fundamental en los recursos tecnológicos la accesibilidad y la usabilidad, especialmente en los y las estudiantes con discapacidad visual y auditiva. Las medidas propuestas son diversas: subtítulos, lectura fácil, acceso intuitivo, softwares accesibles, lectores de pantallas, teclados accesibles, uso de teléfonos móviles y formación del profesorado para un correcto uso de los recursos tecnológicos.

“Propondría la implementación de software y dispositivos accesibles, como lectores de pantallas y teclados adaptados. Además, sería útil proporcionar formación al profesorado sobre cómo utilizar estas tecnologías para garantizar una experiencia educativa inclusiva para todo su estudiantado. También, recomendaría el uso de los móviles en las aulas...” (Participante 5).

3.2.2. Recomendaciones al profesorado

De manera general, los y las participantes indican que el profesorado necesita adaptarse y actualizarse en el uso de la tecnología en el ámbito educativo. De hecho, la mayoría de ellos destacan que la capacitación y la formación continua son fundamentales para que el profesorado pueda integrar eficazmente las herramientas tecnológicas en su enseñanza.

“Deberían hacer cursos para que ellos tampoco queden atrás en los avances de las tecnologías” (Participante 3).

Por su parte, algunos estudiantes manifiestan la importancia de ofrecer un apoyo adicional al profesorado respecto al uso de las tecnologías, ya sea a través de asistentes tecnológicos o de estudiantes colaboradores. Esto permitiría que el profesorado se centre en desarrollar su materia y responder a las necesidades de los y las estudiantes, mientras que el personal de apoyo pueda asegurar que los recursos tecnológicos se utilicen de manera efectiva.

“Considero que existen docentes maravillosos con un gran conocimiento a los que las tecnologías se le resisten. Me gustaría que pudieran tener una persona auxiliar de apoyo tecnológico y no dependiera de ellos el pasar un pdf, conectarse al Zoom u otras cuestiones tecnológicas que desconocen y así poder nosotros, los y las estudiantes, disfrutar de su charla y recoger el máximo sus conocimientos” (Participante 1).

Además, algunos participantes indican que los docentes deben ofrecer opciones y apoyo personalizado para todo el estudiantado, independientemente de su nivel de competencia tecnológica. Para ellos y ellas, las tutorías en línea, el uso de dispositivos móviles y la adaptación de los métodos de enseñanza para integrar activamente la tecnología, son elementos fundamentales que los y las docentes han de tener en cuenta en sus prácticas educativas.

“Recomendaría al profesorado que se familiarice con las herramientas tecnológicas accesibles y las integren activamente en sus métodos de enseñanza. Que enseñen con los recursos tecnológicos disponibles. Además, les propondría que proporcionen opciones y apoyo personalizado para que todos/as los/as estudiantes puedan beneficiarse de estas tecnologías en igual medida, que hagan tutorías online, que usen o dejen usar los móviles” (Participante 6).

Por último, algunos participantes también proponen que el profesorado ofrezca clases en línea, ya sea en tiempo real o grabadas, para poder verlas con posterioridad. De esta forma, si por algún motivo no pueden acudir a clase, pueden acceder al contenido impartido y no quedarse atrás en la materia. Para ellos, esta acción garantiza la accesibilidad al contenido y la flexibilidad en su aprendizaje.

“Tener clases online en directo cuando se dé clase y se queden guardadas, y si no, por lo menos que se impartan clases online” (Participante 10).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La inclusión de los recursos tecnológicos en las instituciones universitarias ha mejorado significativamente el aprendizaje y la participación del estudiantado con discapacidad (McNicholl, 2023). Específicamente, en este trabajo, se han abordado cuestiones como: accesibilidad y disponibilidad del contenido, mejora en la comprensión del contenido,

flexibilidad y adaptación a las necesidades del estudiantado, inclusión educativa y apoyo tecnológico, y uso de los recursos tecnológicos en las aulas como sinónimo de inclusión educativa.

Al acercar la mirada a la accesibilidad y disponibilidad de los contenidos a través de los recursos tecnológicos, se pone de manifiesto que los mismos permiten que el estudiantado con discapacidad pueda acceder a la información y contenidos que, de otro modo, podrían estar fuera de su alcance (Cotán et al., 2021b; Perera y Moraña, 2019). En concreto, algunos autores apuntan a la adaptación de contenidos con tecnologías de lectura de pantalla, subtítulo y vídeos en lengua de signos (Perera et al., 2023).

Para ello, es fundamental que las personas con discapacidad cuenten con una formación adecuada en el uso de los recursos tecnológicos, pues la misma aporta beneficios vinculados a la promoción de la inclusión educativa y a la igualdad de oportunidades, además de ser un componente fundamental para el desarrollo personal y profesional de este colectivo (Milner, 2023).

En el presente estudio queda evidenciado que los recursos tecnológicos facilitan a las personas con discapacidad la comprensión de los distintos contenidos que se abordan en las diversas asignaturas que están cursando (Cotán et al., 2021b). Ello se debe a que muchas de estas herramientas están diseñadas para ser accesibles, por ejemplo, lectores de pantalla o softwares de ampliación (Pacheco et al., 2021).

Asimismo, nos encontramos ante unos recursos que, como manifiestan algunas personas entrevistadas, cuentan con contenidos multimedia, tales como: vídeos, animaciones, simulaciones interactivas, etc., aspectos todos ellos que ayudan al estudiantado a comprender conceptos complejos de manera más clara. De hecho, el aprendizaje visual y auditivo suele ser más efectivo para muchas personas con discapacidad (Pacheco et al., 2021).

Los recursos tecnológicos también se caracterizan por su flexibilidad y adaptación respecto a la adquisición de los aprendizajes por parte del estudiantado con discapacidad (Carballo et al., 2024). De hecho, teniendo en consideración la información expuesta por las personas entrevistadas, dichas herramientas permiten a los y las estudiantes acceder a materiales desde cualquier lugar y en cualquier momento, lo que les brinda la oportunidad de aprender a su propio ritmo y según su propio horario (Khouri et al., 2019). Ello facilita la interacción entre el estudiantado y el profesorado, así como la colaboración entre pares, lo que puede ser especialmente importante para los y las estudiantes con discapacidad (Bunbury, 2019; Mwantimwa, 2021).

También, es importante destacar el papel que juegan los recursos tecnológicos en la evaluación. En este sentido, estas herramientas permiten al profesorado hacer un seguimiento más efectivo del progreso de los y las estudiantes, adaptando la instrucción de acuerdo con sus necesidades específicas y asegurando que cada estudiante reciba el apoyo necesario (Castro, 2024).

Por otra parte, en este estudio, se ha dado voz al estudiantado con discapacidad para que, desde su visión, indiquen las principales recomendaciones que, para ellos, el profesorado y las

instituciones universitarias deberían realizar para el diseño de prácticas educativas inclusivas basadas en los recursos tecnológicos.

En primer lugar, respecto a las recomendaciones dirigidas a la universidad, partiendo de los testimonios analizados, es imprescindible hacer uso de plataformas educativas que cumplan con los estándares de accesibilidad para asegurar que todo y toda estudiante, incluyendo aquellos con discapacidad, puedan acceder al contenido, además de otros elementos curriculares (Cotán et al., 2021b). Por su parte, otros autores proponen incorporar materiales de estudio en formatos accesibles, como textos en braille, audiolibros y documentos digitalizados que sean compatibles con lectores de pantalla (Pacheco et al., 2021).

Del mismo modo, se pueden incluir en las aulas universitarias diversas tecnologías de asistencia, como software de reconocimiento de voz, lectores de pantallas y dispositivos de entrada alternativos, para apoyar a estudiantes con discapacidad (McNicholl et al., 2023). A través de todos los recursos tecnológicos expuestos, se pretende que los y las estudiantes puedan expresar sus necesidades, buscar distintas alternativas, además de colaborar independientemente de sus habilidades y capacidades (Clancey y Hoffman, 2021). En cualquier caso, para que ello se produzca de una manera eficaz, es imprescindible ofrecer formación al profesorado y, más ampliamente, a toda la comunidad universitaria sobre cómo emplear dichas tecnologías desde una perspectiva inclusiva y sobre las mejores prácticas para enseñar a estudiantes con discapacidad (Milner, 2023). Igualmente, es sumamente importante que las universidades incorporen en sus aulas estos recursos y que, por consiguiente, el profesorado esté obligado no solo a usarlos, sino a usarlos de manera eficaz, didáctica y pedagógica (Fernández-Cerero y Román-Graván, 2023; Florian y Beaton, 2018).

En segundo lugar, aludiendo a las recomendaciones dirigidas al profesorado, es fundamental que dicho colectivo reciba formación continua, por un lado, sobre el sentido y uso de los recursos tecnológicos, y, por otro lado, sobre cómo estas herramientas pueden posibilitar los aprendizajes del estudiantado y, más concretamente, del estudiantado con discapacidad (Milner, 2023). Para ello, según algunas investigaciones recientes, pueden contar con apoyos adicionales, tales como: asistencia tecnológica o estudiante colaborador, entre otros (Carballo et al., 2024; McNicholl et al., 2023). Asimismo, las personas entrevistadas recomiendan al profesorado que ofrezca opciones y apoyo personalizado. Ello se puede llevar a cabo a través del uso de plataformas interactivas, empleo de recursos de colaboración e inclusión de la gamificación en el aula (Suárez-Lantarón, 2023).

A raíz de este estudio, se puede concluir que, el uso de los recursos tecnológicos en las instituciones universitarias, no solo facilita el acceso a la información, sino que, también, promueve la inclusión social, educativa y profesional de los estudiantes con discapacidad (Cotán et al., 2021b; Perera y Moraña, 2019). Por este motivo, a medida que las herramientas tecnológicas continúan evolucionando, es de vital importancia que se implementen de manera accesible e inclusiva, asegurando así que, todas las personas, independientemente de sus características, tengan la oportunidad de participar de manera plena en el ámbito universitario.

Durante el estudio se presentaron algunas limitaciones. Una de las siete universidades públicas andaluzas inicialmente incluidas decidió no participar. Por otro lado, el acceso a las experiencias de los y las estudiantes con discapacidad requirió más tiempo del previsto. Por último, la investigación se contextualiza en un territorio muy concreto (Andalucía), por lo que sería

oportuno ampliar, en un futuro próximo, a otras comunidades autónomas de España y a un ámbito internacional.

Las perspectivas de investigación apuntan a la pertinencia de seguir profundizando en el uso e implementación de los recursos tecnológicos en la ES, contando con la voz del estudiantado, además de otros agentes, con la finalidad de crear un verdadero ambiente inclusivo, armonioso y cooperativo.

5. DECLARACIÓN ÉTICA

Los procedimientos éticos seguidos en la investigación responden a las directrices de la Asociación Británica de Investigación Educativa [BERA] (2019), a los Principios éticos y código de conducta de la American Psychological Association [APA] (2017) y a los principios éticos para las investigaciones establecidos en la Declaración de Helsinki (75ª Asamblea General, Helsinki, Finlandia, octubre 2024).

Se prestó especial atención a las consideraciones relacionadas con las responsabilidades para con los participantes. En este sentido, firmaron un consentimiento informado que explicaba los objetivos del proyecto y establecía las condiciones para el tratamiento de los datos personales, en cumplimiento con la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos de Carácter Personal. Para proteger su identidad, toda la información recopilada fue anonimizada y se eliminaron todos los datos que pudieran revelar su identificación. Además, el equipo de investigación se comprometió a enviar una copia del informe final por correo electrónico a aquellos participantes que lo solicitaran.

6. FINANCIACIÓN

El presente estudio se enmarca en un Proyecto de Investigación Educativa llevado a cabo durante el curso académico 2023/2024, financiado por el Vicerrectorado de Innovación y Empleabilidad de la Universidad de Huelva (España). El título del proyecto es “Análisis de buenas prácticas inclusivas a través de los recursos tecnológicos en las aulas universitarias: la visión del estudiantado con discapacidad”.

7. AGRADECIMIENTOS

Los autores y autoras de este manuscrito expresan su profundo agradecimiento a las personas que participaron en el estudio, así como a las oficinas de atención a la discapacidad de las diferentes universidades andaluzas. Sin su tiempo y compromiso activo, el desarrollo de este proyecto no habría sido posible. Del mismo modo, agradecen al Vicerrectorado de Innovación y Empleabilidad de la Universidad de Huelva (España) por la financiación que hizo posible llevar a cabo esta investigación.

8. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, A.C.F., K.A.D. y J.R.M.D.; curación de datos, A.C.F. y J.A.G.-L.; análisis formal, A.C.F. y J.A.G.-L.; adquisición de financiación, A.C.F.; investigación, A.C.F., K.A.D., J.R.M.D. y J.A.G.-L.; metodología, A.C.F. y J.A.G.-L.; administración del proyecto, A.C.F.; recursos, A.C.F. y J.A.G.-L.;

software, A.C.F. y J.A.G.-L.; supervisión, A.C.F., K.A.D., J.R.M.D. y J.A.G.-L.; validación, A.C.F., K.A.D., J.R.M.D. y J.A.G.-L.; visualización, A.C.F., K.A.D., J.R.M.D. y J.A.G.-L.; redacción—preparación del borrador original, A.C.F., K.A.D., J.R.M.D. y J.A.G.-L.; redacción—revisión y edición, A.C.F., K.A.D., J.R.M.D. y J.A.G.-L.

9. REFERENCIAS

- American Psychological Association [APA] (2017). Ethical Principles of Psychologists and Code of Conduct. <https://www.apa.org/ethics/code>
- Asociación Británica de Investigación Educativa [BERA] (2019). Guía Ética para la Investigación Educativa (4.a ed.) (L. Rivera Otero and R. Casado-Muñoz, Trads.). Londres. <https://www.bera.ac.uk/publication/guia-etica-para-la-investigacion-educativa>
- Becker, S. y Palladino, J. (2016). Assessing Faculty Perspectives about Teaching and Working with Students with Disabilities. *Journal of Postsecondary Education and Disability*, 29(1), 65-82.
- Bunbury, S. (2019). Disability in Higher Education Do Reasonable Adjustments Contribute to an Inclusive Curriculum? *International Journal of Inclusive Education*, 24(9), 964-979. <https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1503347>
- Cabero, J. y Llorente, M. C. (2013). La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las tecnologías de la información (TIC). *Eduweb. Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación*, 7(2), 11-22.
- Carballo, R., Moriña, A. y Castellano-Beltrán, A. (2024). Learning from faculty members who carry out inclusive pedagogy in Spanish universities: the importance of accessible methodologies and resources. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 21(1). <https://doi.org/10.53761/ab2y2h09>
- Casali, N., Meneghetti, C., Tinti, C., Maria, A., Sini, B., Passolunghi, M. y Carretti, B. (2024). Academic achievement and satisfaction among university students with specific learning disabilities: The roles of soft skills and study-related factors. *Journal of Learning Disabilities*, 57(1), 16-29. <https://doi.org/10.1177/00222194221150786>
- Castro, J. (2024). Pedagogía inclusiva y evaluación de los aprendizajes, una relación compleja. *Debates em Educação*, 16(38). <https://doi.org/10.28998/2175-6600.2024v16n38pe16835>
- Clancey, W. y Hoffman, R. (2021). Methods and standards for research on explainable artificial intelligence: lessons from intelligent tutoring systems. *Applied AI Letters*, 2(4), 1-8. <https://doi.org/10.1002/ail2.53>
- Cotán, A., Aguirre, A., Morgado, B. y Melero, N. (2021a). Methodological Strategies of Faculty Members: Moving toward Inclusive Pedagogy in Higher Education. *Sustainability*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/su13063031>
- Cotán, A., Carballo, R. y Spinola-Elias, Y. (2021b). Giving a voice to the best faculty members: benefits of digital resources for the inclusion of all students in Arts and Humanities. *International Journal of Inclusive Education*, 28(7), 1240-1257. <https://doi.org/10.1080/13603116.2021.1991492>

- Dusek, G., Yurova, Y. y Ruppel, C. (2015). Using social media and targeted snowball sampling to survey a hard-to-reach population: A case study. *International Journal of Doctoral Studies*, 10, 279-299.
- Edwards, M. (2019). Inclusive learning and teaching for Australian online university students with disability: a literature review. *International Journal of Inclusive Education*, 26(5), 510-525. <https://doi.org/10.1080/13603116.2019.1698066>
- Fernández-Cerero, J. y Román-Graván, P. (2023). Aspectos que explican el grado de conocimiento del docente universitario en el uso de recursos TIC para atender a estudiantes con discapacidad. *Eduotec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (83), 104-119. <https://doi.org/10.21556/edutec.2023.83.2759>
- Florian, L. y Beaton, M. (2018). Inclusive pedagogy in action: getting it right for every child. *International Journal of Inclusive Education*, 22(8), 870-884. <https://doi.org/10.1080/13603116.2017.1412513>
- Fundación Universia. (2023). VI Estudio sobre la Inclusión de Personas con Discapacidad en el Sistema Universitario Español. CERMI.
- Gale, T., Mills, C. y Cross, R. (2017). Socially inclusive teaching: Belief, design, action as pedagogic work. *Journal of Teacher Education*, 68(3), 345-356. <https://doi.org/10.1177/0022487116685754>
- Khouri, M., Lipka, O. y Shecter-Lerner, M. (2019). University faculty perceptions about accommodations for students with learning disabilities. *International Journal of Inclusive Education*, 26(4), 365-377. <https://doi.org/10.1080/13603116.2019.1658812>
- Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. Boletín Oficial del Estado, 294, de 6 de diciembre de 2018. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2018-16673>
- Majoko, T. y Dunn, M. (2018). Participation in higher education: Voices of students with disabilities. *Cogent Education*, 5(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2018.1542761>
- McNicholl, A., Desmond, D. y Gallagher, P. (2023). Assistive technologies, educational engagement and psychosocial outcomes among students with disabilities in higher education. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 18(1), 50-58. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1854874>
- Miles, M. y Huberman, A. (1994). *Qualitative data analysis*. Sage.
- Milner, H. (2023). But Good Intentions are Not Enough: Doing What's Necessary to Teach for Diversity. In L. Landsman (Ed.), *White teachers/diverse classrooms* (pp. 56-74). Routledge.
- Moriña, A. (2022). When what is unseen does not exist: disclosure, barriers and supports for students with invisible disabilities in higher education. *Disability & Society*, 39(4), 914-932. <https://doi.org/10.1080/09687599.2022.2113038>
- Moriña, A., Carballo, R. y Castellano-Beltrán, A. (2024). A Systematic Review of the Benefits and Challenges of Technologies for the Learning of University Students with Disabilities. *Journal*

of Special Education Technology, 39(1), 41-50.
<https://doi.org/10.1177/01626434231175357>

Mwantomwa, K. (2021). Exploring usage of assistive technology resources by students with disabilities. *Journal of Disability Studies*, 7(1), 38-47.
<http://pubs.iscience.in/journal/index.php/jds/article/download/1156/735>

Orozco, I. y Moriña, A. (2023). How to become an inclusive teacher? Advice from Spanish educators involved in early childhood, primary, secondary and higher education. *European Journal of Special Needs Education*, 38(5), 629-644.
<https://doi.org/10.1080/08856257.2022.2145688>

Pacheco, E., Yoong, P. y Lips, M. (2021). Transition issues in higher education and digital technologies: The experiences of students with disabilities in New Zealand. *Disability & Society*, 36(2), 179-201. <https://doi.org/10.1080/09687599.2020.1735305>

Perera, V. y Moriña, A. (2019). Technological challenges and students with disabilities in higher education. *Exceptionality*, 27(1), 65-76. <https://doi.org/10.1080/09362835.2017.1409117>

Perera, V., Moriña, A., Cotán, A. y Domenech, A. (2023). La formación del profesorado en tecnologías educativas emergentes para atender a la diversidad en Educación Superior. En M. Sánchez-Moreno y J. López-Yáñez (Eds.), *Construir comunidad en la escuela* (pp. 625-632). Narcea.

Sánchez-Díaz, M. y Morgado, B. (2023). Democratizing higher education: The use of educational technologies to promote the academic success of university students with disabilities. *Societies*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/soc13030057>

Singh, A. y Meena, M. (2024). Online teaching in Indian higher education institutions during the pandemic time. *Education and Information Technologies*, 29(4), 4107-4157.
<https://doi.org/10.1007/s10639-023-11942-y>

Suárez Lantarón, B. (2023). Uso de metodologías activas en las aulas: experiencia educativa de aprendizaje-servicio y fotovoz. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, 21(1), 10.
<https://doi.org/10.4995/redu.2023.19310>

Para citar este artículo:

Cotán Fernández, A., Álvarez Díaz, K., Márquez Díaz, J.R. y Gallardo-López, J.L. (2024). Recursos tecnológicos y educación inclusiva: Propuestas y recomendaciones de estudiantes universitarios con discapacidad. *EDUTECH. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (90), 111-127.
<https://doi.org/10.21556/edutec.2024.90.3521>