

Trimestral

e-ISSN: 1135-9250

NÚMERO 84 - Junio 2023

NÚMERO GENERAL



Publicado: 30-06-2023

DOI: https://doi.org/10.21556/edutec.2022.84

La Robótica en el Área de Matemáticas en Educación Primaria.	
Una Revisión Sistemática	2
Aprendizaje invertido en Educación Superior. Una revisión de	
alcance de la implementación	19
Estado del arte sobre el uso de la realidad virtual, la realidad	
augmentada y el video 360° en educación superior	36
Realidad Aumentada como recurso didáctico para el aprendizaje	
de Biología. Un estudio exploratorio desde la percepción de los e-	
studiantes universitarios	53
Explorando la actitud docente en el e-learning. Un enfoque cualit-	
ativo desde la perspectiva de docentes y estudiantes	71
El impacto del covid-19 en habilidades digitales del siglo XXI en	
educación superior	90
Videolecciones. El toque humano en una virtualidad instalada	105

EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa



Número 84 - Junio 2023

La Robótica en el Área de Matemáticas en Educación Primaria. Una Revisión Sistemática

Robotics in the Area of Mathematics in Primary Education. A Systematic Review

Ismael Ruiz Ortiz. Ismael.p310@gmail.com

Universitat de València (España)

Resumen

El presente estudio revisa la literatura científica publicada recientemente acerca del uso e impacto de la robótica en el área de Matemáticas en Educación Primaria, con el objetivo de: (a) analizar y evaluar la calidad de la literatura científica disponible; (b) investigar el uso que se le da a la robótica como herramienta pedagógica en la etapa y área nombradas anteriormente; (c) identificar y analizar las principales tendencias y hallazgos en la literatura científica con el uso de la robótica. La búsqueda se realizó en las bases de datos Dialnet, Scopus, WoS y EBSCOhost. Los resultados sugieren que la robótica educativa generalmente actúa como un elemento de mejora en el aprendizaje, mejorando sus habilidades de pensamiento computacional y resolución de problemas y sus habilidades espaciales. No obstante, este no es siempre el caso, debido al hecho de que existen estudios que informan de situaciones en las cuales no existe mejora en el aprendizaje. Dichos resultados se discuten en términos de sus implicaciones para investigaciones futuras y, a su vez, pueden proporcionar información útil e interesante para educadores, profesionales del sector e investigadores.

Palabras clave: Educación Primaria; Robótica; Tecnología de la Educación; Innovación Educativa

Abstract

The present study reviews the recently published scientific literature on the use and impact of robotics in the area of Mathematics of Primary Education, with the aim of: (a) analyzing and evaluating the quality of the available scientific literature; (b) investigating the use of robotics as a pedagogical tool in the stage and area mentioned above; (c) identifying and analyzing the main trends and findings in the scientific literature on the use of robotics. The search was conducted in the databases Dialnet, Scopus, WoS and EBSCOhost. The results suggest that educational robotics generally acts as an element of learning enhancement, improving their computational thinking and problem solving skills and their spatial skills. However, this is not always the case, due to the fact that there are studies that report situations in which there is no improvement in learning. These results are discussed in terms of their implications for future research and, in turn, may provide useful and interesting information educators, for practitioners and researchers.

Keywords: Primary Education; Robotics; Educational *Innovation;* Educational Technology; Educational Technology



1. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual, caracterizado por la complejidad y dinamismo de los avances tecnológicos y los cambios sociales, se hace cada vez más necesario replantear los modelos educativos para dotar al alumnado de habilidades creativas, resolución de problemas y competencias técnico-científicas que les permitan enfrentar los desafíos inciertos del futuro. Al respecto, la robótica en la educación emerge como una herramienta innovadora y pedagógica que combina tecnología y sociedad, y que se manifiesta en la programación, construcción y manipulación de plataformas robóticas, tal como señalan García (2015) y Karim et al. (2015).

De hecho, la robótica se ha consolidado como una estrategia educativa cada vez más relevante, debido a su capacidad para motivar y despertar el interés del alumnado por la materia, como han constatado diversos estudios, incluyendo el de Mubin et al. (2012). Asimismo, se ha comprobado que la robótica permite el desarrollo de los objetivos, las competencias y los contenidos de las materias de manera lúdica y práctica, lo que mejora la comprensión y la capacidad de aplicación de estos (Arabit & Prendes, 2020).

Además, la utilización de la robótica en los centros educativos no solo favorece el aprendizaje de habilidades técnicas, sino que también promueve la colaboración, el trabajo en equipo, la creatividad y la resolución de problemas, como han constatado diversos autores, entre ellos Benitti (2012), Varney et al. (2012) y Zawieska y Duffy (2015). Todas estas habilidades son fundamentales en el siglo XXI, en una sociedad cada vez más digital y dependiente de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). En este sentido, la robótica aparece como un recurso pedagógico que contribuye al desarrollo de competencias y habilidades transversales en el alumnado, que les permitirán enfrentar los desafíos complejos y cambiantes del mundo actual (Arabit & Prendes, 2020).

De esta manera, la robótica ha experimentado un crecimiento exponencial en el sector educativo en las últimas décadas, y su presencia en las aulas y hogares se ha vuelto cada vez más frecuente. Sin embargo, es esencial reflexionar sobre el propósito de esta tecnología en la educación, ya que su finalidad no solo se limita a la adquisición de conocimientos, sino que busca fomentar competencias básicas y necesarias para la sociedad actual, como el aprendizaje colaborativo, la cooperación y la toma de decisiones en equipo (Educativa, 2011).

Dicha robótica educativa se implementa en las aulas como un sistema interdisciplinario que permite a los estudiantes desarrollar las áreas de ciencias a través de proyectos STEAM, altamente relacionados con la tecnología y la ingeniería. El objetivo principal de estos proyectos es el diseño y resolución de problemas mediante la construcción de objetos técnicos, acercando así disciplinas que pueden estar alejadas del currículo de Educación Primaria (Suárez et al., 2018). De esta manera, se introduce a los estudiantes en el método científico y se les anima a buscar y descubrir diferentes caminos para resolver problemas o cuestiones, fomentando el pensamiento lógico, la imaginación y una actitud crítica.

Además, la robótica educativa asegura la parte manipulativa de los objetos robóticos, lo que es fundamental para los estudiantes de esta etapa educativa que se encuentran en el periodo de las operaciones concretas de su desarrollo (Piaget, 1998). Esta edad es propicia para el planteamiento y resolución de problemas abiertos o semiabiertos mediante objetos

manipulativos, como ocurre en la tecnología mencionada y los proyectos STEAM. Por tanto, el uso de la robótica en la educación no solo fomenta la adquisición de conocimientos técnicos y científicos, sino que también promueve el pensamiento crítico, la creatividad y el trabajo en equipo, habilidades fundamentales para los estudiantes en el siglo XXI.

En línea con lo expuesto, hay una gran cantidad de estudios que han investigado los posibles beneficios del uso de robots en la educación. En cuanto al rendimiento académico, algunas investigaciones han encontrado una mejora cuantificable al utilizar robots en el proceso de aprendizaje de los estudiantes (Barak & Zadok, 2009; Kazakoff et al., 2013). Además, la investigación ha revelado resultados positivos en términos de interés y motivación del alumnado al trabajar con robots en las aulas (Mubin et al., 2012).

La robótica educativa también se ha demostrado ser una herramienta efectiva para fomentar las habilidades de trabajo en equipo y las habilidades sociales entre los estudiantes, ya que les conduce a la discusión, resolución conjunta de problemas y el trabajo colaborativo (Mitnik et al., 2008; Varney et al., 2012). En cuanto a la creatividad, dicha tecnología fomenta el pensamiento inventivo y la solución creativa e imaginativa de los problemas, en el proceso de programación, construcción y manipulación de plataformas robóticas (Zawieska & Duffy, 2015).

Aunque existen algunas contradicciones en la literatura científica, la mayoría de los estudios han demostrado una mejora en las habilidades de resolución de problemas gracias al uso de robots en la educación (Sullivan, 2008). No obstante, algunos estudios no han encontrado resultados concluyentes sobre esta habilidad (Williams et al., 2007).

En el presente trabajo, se realizará un análisis de la literatura científica existente actual acerca del uso de la robótica en el área de Matemáticas en la etapa de Educación Primaria. Se buscará identificar y evaluar dicha evidencia científica disponible sobre la robótica como herramienta pedagógica y se destacarán las principales tendencias y hallazgos en este campo de investigación. A su vez, se discutirán las implicaciones de dichos hallazgos para la práctica docente en la nueva sociedad de la información y se proporcionarán recomendaciones para futuras investigaciones en dicho sector.

2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

La presente revisión sistemática parte de la pregunta: ¿cómo se utiliza y contribuye la robótica como herramienta pedagógica para mejorar el aprendizaje en el área de Matemáticas en la etapa de Educación Primaria? Para responder de manera correcta y concisa a dicha cuestión se establecen varias preguntas específicas que, a su vez, servirán para la posterior codificación de las dimensiones a analizar:

Tabla 1Preguntas y dimensiones a codificar

Preguntas	Codificación
P1 - ¿Qué tamaño de la muestra tienen los estudios?	Tamaño de la muestra
P2 - ¿En qué curso académico se han desarrollado estas experiencias?	Curso académico
P3 - ¿Qué robots se han utilizado en las investigaciones?	Robots empleados

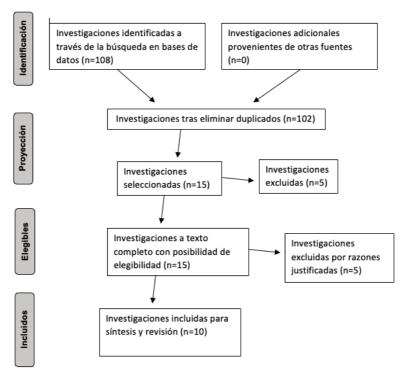
Preguntas	Codificación
P4 - ¿Qué tipo de estudio estadístico se utiliza en las publicaciones?	Tipo de estudio estadístico
P5 - ¿Cuál es el diseño de la investigación empleado en los artículos científicos?	Diseño de la investigación
P6 - ¿Qué instrumentos de recogida de datos se utilizan en las experiencias?	Instrumentos de recogida de datos
P7 - ¿Cuál es el diseño metodológico utilizado en los estudios?	Diseño metodológico
P8 - ¿Cuáles son los objetivos marcados en las distintas investigaciones?	Objetivos
P9 - ¿Cuáles son los resultados que exponen las publicaciones?	Resultados

MÉTODO

Esta investigación se lleva a cabo con un enfoque inductivo cuyo objetivo general es analizar el uso y la contribución de la robótica como herramienta pedagógica para la mejora en la materia de Matemáticas en la etapa de Educación Primaria. Con el fin de lograr este objetivo, se realiza un riguroso análisis sistemático de la documentación disponible en la materia en las bases de datos Dialnet, Scopus, EBSCOhost y WoS.

La revisión sistemática se presenta como una herramienta fundamental que permite la síntesis y la extracción de información valiosa a partir de estudios primarios originales (Ferreira et al., 2011). Para su correcta elaboración, se han seguido las directrices expuestas en la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses, Page et al., 2021).

Figura 1Diagrama de flujo PRISMA



Los operadores utilizados en el presente trabajo para establecer relaciones lógicas entre los términos en las ecuaciones de búsqueda han sido los siguientes:

- Rob?tic* AND Mat* AND Educació* Prim*
- Rob?tic* AND Mat* AND Primary School
- Rob?tic* AND Mat* OR Mathematics AND Primary School OR Elementary School

Se utilizaron únicamente los operadores AND y OR, debido al hecho de que no se quería perder artículos o documentos que pudieran resultar útiles para la investigación utilizando el operador NOT.

Llegados a este punto, se establecen los criterios de inclusión y exclusión con el fin de seleccionar los artículos para su posterior análisis, siendo estos los siguientes:

Tabla 2 *Criterios de inclusión y exclusión*

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
I1. Artículos dirigidos a la etapa de Educación	E1. Artículos dirigidos a la enseñanza no formal.
Primaria.	E2. Publicaciones orientadas a otras etapas educativas.
I2. Estudios empíricos.	E3. Artículos que versan sobre las perspectivas, pensamientos
13. Textos completos disponibles.	u opiniones de docentes y discentes acerca de la robótica en
14. Artículos que analicen el uso de la robótica	educación.
en Matemáticas en la etapa de Educación	E4. Texto incompleto o no accesible.
Primaria.	E5. Trabajos de Final de Grado, Trabajos de Final de Máster,
I5. Publicaciones que evalúen la efectividad del uso de la robótica en el área de Matemáticas.	Tesis Doctorales y ponencias.
	E6. Revisiones sistemáticas y/o metaanálisis.
I6. Estudios y experiencias realizas en Educación Primaria con robots.	

4. RESULTADOS

Tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión y después de la eliminación de aquellos artículos duplicados, se identificaron un total de 10 publicaciones que se detallan a continuación:

 Tabla 3

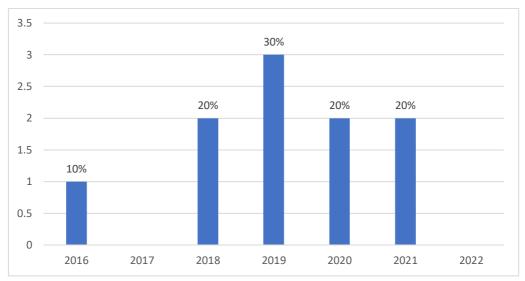
 Documentos seleccionados para la revisión sistemática

ID	Título	Autoría
1	Análisis del efecto de la robótica en la motivación de estudiantes de tercero de Educación Primaria durante la resolución de tareas de interpretación de planos.	Merino et al. (2018)
2	Estudio exploratorio sobre lenguajes simbólicos de programación en tareas de resolución de problemas con Bee-bot.	Pérez y Diago (2018)

ID	Título	Autoría
3	Educational robotics in primary school: Measuring the development of computational thinking skills with the bebras tasks.	Chiazzese et al. (2019)
4	The influence of SRA programming on algorithmic thinking and self-efficacy using lego robotics in two types of instruction.	Franchamps et al. (2021)
5	Robot tutoring of multiplication: Over one-third learning gain for most, learning loss for some.	Hoorn et al. (2021)
6	Developing an interactive environment through the teaching of mathematics with small robots.	Muñoz et al. (2020)
7	Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria.	Casado y Checa (2020)
8	Spatial hability learning through educational robotics.	Julià y Antolí (2016)
9	Nurture interest-driven creators in programmable robotics education: An empirical investigation in primary school settings.	Kongs y Wang (2019)
10	The Effect of Programming on Primary School Student's Mathematical and Scientific Understanding: Educational Use of mBot.	Sáez et al. (2019)

El año en el que se han localizado un mayor número de publicaciones es el 2019 con 3 artículos, seguido de los años 2018, 2020 y 2021 con 2 publicaciones cada uno; por último, se encuentra el año 2016 con una única publicación, como se muestra en la figura 2.

Figura 2
Distribución por años de las publicaciones seleccionadas



A continuación, se exponen los diferentes resultados obtenidos en el presente trabajo.

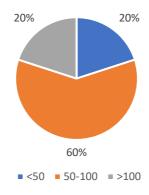
4.1. Tamaño de la muestra

Al examinar con detenimiento el tamaño de la muestra de los estudios seleccionados, es evidente que solamente dos de ellos (estudios 2 y 8) ostentan un número de participantes inferior a los 50 estudiantes. Por otro lado, las publicaciones 1, 3, 4, 5, 7 y 10 se sitúan dentro de un rango que oscila entre 50 y 100 estudiantes. En contraposición, únicamente los estudios 6 y 9, presentan una muestra superior a los 100 estudiantes, demostrando la gran complejidad y envergadura de sus investigaciones.

Con el fin de ofrecer una representación visual clara y concisa de estos hallazgos, se incluye a continuación la figura 3 que recoge de forma resumida los porcentajes relativos al tamaño de la muestra.

Figura 3

Porcentajes del tamaño de la muestra de los estudios seleccionados



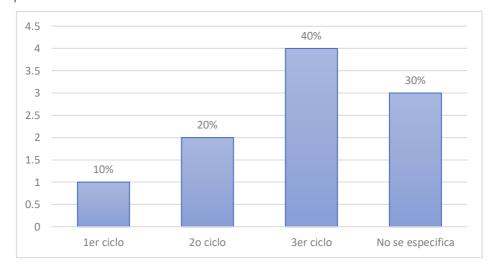
4.2. Curso académico

Tras un riguroso análisis del curso académico hacia el que van destinadas las publicaciones seleccionadas, se puede inferir que el 40% de los artículos están enfocados en el 3er ciclo de Educación Primaria, es decir, los cursos de 5º y 6º de esta etapa. Sorprendentemente, un 20% de los estudios se concentran en los cursos de 3º y 4º de Primaria (2º ciclo), lo que evidencia la importancia que se concede a esta etapa en la investigación educativa. Por su parte, un 10% de las investigaciones se han llevado a cabo en los primeros cursos de dicha etapa, es decir, en 1º y 2º de Educación Primaria, lo que demuestra la necesidad de comprender cómo se desarrollan las habilidades y competencias básicas en los primeros años de aprendizaje.

No obstante, es importante destacar que un 30% de las publicaciones seleccionadas no especifican con claridad el curso académico al que van dirigidas, aunque se hace referencia a su enfoque en la etapa de Educación Primaria.

Figura 4

Distribución por curso académico de los estudios analizados



4.3. Robots utilizados

En el análisis de los estudios se observa que los robots mBot y Bee-bot lideran la preferencia de los investigadores, siendo los más utilizados en dos estudios distintos cada uno. Sin embargo, es importante destacar que en el estudio 5 se emplearon tres robots diferentes: Humanoid, Puppy y Droid, lo que pone de manifiesto la riqueza y diversidad que ofrece la robótica educativa.

Asimismo, en el estudio 8 se utilizaron el Universal 3, el ROBO LT Beginner Lab y el Oeco Tech, evidenciando que la experimentación con diversas herramientas tecnológicas para el aprendizaje es clave para un enfoque pedagógico más completo y enriquecedor.

Tabla 4

Robots utilizados en los estudios seleccionados

Robot	N.º de experiencias	ID
mBot	2	9, 10
Universal 3	1	8
ROBO LT Beginner Lab	1	8
Oeco Tech	1	8
Materiales de VEX IQ	1	7
Bee-bot	2	3, 6
Humanoid	1	5
Puppy	1	5
Droid	1	5
Mindstroms	1	4
Plataforma web	1	3
Ozobot	1	1

4.4. Diseño de la investigación

La preponderancia de los estudios de corte transversal es evidente en la presente revisión sistemática, dado que todos los trabajos seleccionados comparten esta metodología de investigación. En términos más precisos, se puede afirmar que en todos los estudios examinados se llevó a cabo una intervención de corto plazo.

4.5. Diseño metodológico

La tabla 12 muestra que solo un estudio (5) utiliza una metodología mixta, mientras que el resto son de tipo cuantitativo. Sin embargo, es importante destacar que el estudio 5 también incluye una parte cuantitativa en su investigación. Esto podría deberse a que la mayoría de los estudios

en la revisión sistemática se centran en la mejora del aprendizaje de las Matemáticas, lo que se presta a un enfoque cuantitativo.

Tabla 6

Tipo de estudio estadístico de las publicaciones analizadas

Diseño Metodológico	ID
Cuantitativo	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Cualitativo	-
Mixto	5

4.6. Instrumentos de recogida de datos

La tabla 7 muestra una clara inclinación hacia el uso de cuestionarios *ad hoc* (3, 5, 9, 10) (40%) y pruebas Pre-test y Post-test (4, 5, 6, 7, 8) (40%) en la recopilación de datos, mientras que solo el 10% de las publicaciones emplean cuestionarios adaptados de otros (1), grabaciones en video (2) y observaciones sistemáticas (10).

Es interesante destacar que, en los estudios 5 y 10, se han utilizado múltiples instrumentos de recopilación de datos, como el cuestionario ad hoc y las pruebas Pre-test y Post-test en el estudio 5, y el cuestionario ad hoc y la observación sistemática en el estudio 10. Estos hallazgos sugieren que estos estudios han definido claramente los recursos utilizados y la forma en que se han implementado. En contraste, en los demás estudios, solo se ha utilizado un método de recopilación de datos.

 Tabla 7

 Instrumentos de recogida de datos de los estudios analizados

ID	Instrumentos Recogida Datos

- 1 Cuestionario adaptado a partir del Instructional Material Motivational Survey (IMMS), elaborado por Keller (1983. Citado en Armero, J. M. M., Taranilla, R. V., Somoza, J. A. G.-C., y Gutiérrez, R. C., 2018).
- 2 Grabaciones de video.
- 3 Cuestionario diseñado ad hoc.
- 4 Pre-test para saber el punto de partida en cuanto a las habilidades matemáticas y autoeficacia.
 - Post-test para medir la capacidad y calidad de programación, la habilidad matemática y la autoeficacia.
- 5 Pre-test y Post-test cuantitativo sobre las tablas de multiplicar.
 - Post-test (cuestionario) cualitativo ad hoc con el fin de medir el vínculo afectivo usuario-robot.
- 6 Pre-test y Post-test con una rúbrica adaptada de "rúbrica SSS" del grupo de investigación DevTech.
- 7 Test CREA de Inteligencia Creativa (Corbalán et al., 2003. Citado en Casado Fernández, R., y Checa Romero, M., 2020), a través de un diseño Pre-test/Post-test.
- 8 Se realizó un Pre-test y un Post-test estructurados en 4 subpruebas, 3 de ellas basadas en la propuesta de Bakker (2008. Citado en Julià, C. y Antolí, J. Ò., 2016) y la otra subprueba seleccionada fue la Prueba de Toma de Perspectiva/Orientación espacial (Hegarty y Waller 2004. Citado en Julià, C. y Antolí, J. Ò., 2016).
- 9 Cuestionario elaborado por 6 expertos de 21 ítems acerca de interés, eficacia creativa, significado, impacto, creación de robótica y aprendizaje elaborado.
- 10 Cuestionario *ad hoc* que midió los resultados de las pruebas realizadas.
 - Escala de estimación derivada de la técnica de observación participante.
 - Triangulación de los/as participantes observacionales.

4.7. Tipo de estudio estadístico

Al analizar la tabla 5, se aprecia que el 70% de las publicaciones revisadas han sido sometidas a una metodología de investigación cuasiexperimental, siendo los estudios 1, 2, 3, 5, 7, 8 y 10 los representantes de esta tendencia. Los estudios observacionales, por su parte, conforman un 10% (tal y como se evidencia en el estudio número 10), mientras que un 30% de las publicaciones se han llevado a cabo bajo una metodología experimental (concretamente, las publicaciones 4, 6 y 9).

Tabla 5

Tipo de estudio estadístico de las publicaciones analizadas

Tipo de estudio	ID	
Observacional	10	
Experimental	4, 6, 9	
Cuasiexperimental	1, 2, 3, 5, 7, 8, 10	

4.8. Objetivos

En la tabla 8 se muestran los diferentes objetivos que fueron establecidos en los estudios seleccionados para la presente revisión sistemática.

Tabla 8
Objetivos establecidos por las investigaciones analizadas

ID	Objetivo/s
טו	Objetivo/s

- 1 Analizar el grado de motivación del alumnado perteneciente al tercer curso de Educación Primaria.
- 2 Explorar la capacidad para esbozar y elaborar programas mediante su propio lenguaje (gestual, verbal o de signos).
 - Determinar si aquellos problemas que no han podido ser resueltos sin hacer uso del lenguaje simbólico de las tarjetas pueden resolverse haciendo uso de ellas.
- 3 Investigar las diferencias en el impacto del laboratorio de robótica.
- 4 Encontrar respuestas sobre si la programación de SRA utilizando robots programables en diferentes tipos de instrucción conduce a un aumento del pensamiento algorítmico y proporciona un mayor nivel de autoeficacia.
- 5 Investigar si los robots pueden tener efectos beneficiosos en el aprendizaje de las tareas aritméticas sin preocuparse demasiado por cuestiones sociales, relacionales o antropomórficas, facilitando así el despliegue de robots de tutoría de una manera inclusiva y a menores costos.
- Diseñar, desarrollar e implementar robótica educativa para mejorar las habilidades lógico-matemática utilizando robots educativos programables.
- 7 Analizar y constatar mejoras en la creatividad a partir de un taller pedagógico que incorporaba la utilización de proyectos STEAM y robótica.
 - Analizar los productos desarrollados por los estudiantes a través de una competición regulada por un comité de expertos.

- 8 Analizar la utilidad potencial de la robótica educativa en el desarrollo de habilidades espaciales.
 - Determinar si los estudiantes que participaron en las sesiones de robótica desarrollan habilidades espaciales de una manera más significativa que los que no participaron en las sesiones de robótica.
- 9 Explorar cómo fomentar el interés y la creación en la educación de robótica programable.
 - Estimular y mantener los intereses de los estudiantes hacia el aprendizaje de la robótica y equiparlos con conocimientos y habilidades críticas, para que puedan ser efectivos en la resolución de problemas con soluciones más creativas en el futuro.
- 10 Analizar el potencial de la programación de bloques visuales y la robótica para su uso en Educación Primaria.

4.9. Resultados

A grandes rasgos, en la tabla 9 se puede apreciar que en la mayoría de las publicaciones seleccionadas se ha conseguido demostrar que la utilización de la robótica en la etapa de Educación Primaria tiene unos beneficios claros para la motivación, el interés, la resolución de problemas, etc.

Cabe destacar que, en el estudio número 7 se explicita que las intervenciones con robots y los proyectos STEAM por sí solos no consiguen buenos resultados en el aprendizaje del alumnado, sino que, más bien, es necesario tener en cuenta cómo se llevan a cabo dichos recursos para poder obtener beneficios en el proceso de aprendizaje de los niños. Asimismo, también se matiza en el estudio número 3 que el alumnado de tercer grado de Educación Primaria obtiene mejores resultados que el alumnado perteneciente al 4º curso de la misma etapa educativa.

Tabla 9

Resultados expuestos en los diferentes estudios analizados

ID Resultados

- 1 Los resultados manifiestan mejores niveles de la motivación en el alumnado que emplea robots, con valores superiores al grupo de control en todas las dimensiones evaluadas.
- 2 Las tareas de resolución de problemas de programación permiten a los estudiantes desarrollar su competencia en resolución de problemas.
- 3 Los resultados mostraron que la programación de artefactos robóticos puede ejercer un impacto positivo en el aprendizaje de las habilidades de pensamiento computacional por parte de los estudiantes. Además, se encontró que el efecto de la intervención era mayor entre los/as niños/as de tercer grado.
- 4 La SRA tiene un efecto positivo en las habilidades matemáticas de los encuestados.
 - Los/as alumnos/as que programan robots Lego con un enfoque SRA aplican más algoritmos, construyen algoritmos más correctos y resuelven algoritmos más difíciles.
 - La programación de SRA conduce a un mayor grado de autoeficacia.
- 5 Los resultados muestran que pueden producirse tendencias de unión afectivas, pero no contribuyeron significativamente al progreso del aprendizaje de estos niños, lo que tal vez se debió al corto período de interacción. Sin embargo, 5 minutos de tutoría de robots mejoraron sus puntuaciones en aproximadamente un 30 %, mientras que el rendimiento solo disminuyó para unos pocos niños con problemas.
- 6 En términos generales, los valores indican que los estudiantes obtuvieron un nivel favorable de rendimiento en los diferentes desafíos propuestos.

ID Resultados

- 7 La incorporación de las herramientas educativas como la robótica y los proyectos STEAM en las aulas de Educación Primaria, resulta muy beneficiosa para los/as estudiantes, ya que favorece su capacidad creativa para la resolución de problemas. Sin embargo, la robótica o los proyectos STEAM, por sí solos, no pueden mejorar el aprendizaje ni las habilidades analizadas. Para ello, es fundamental la utilización que se haga de ellos en las escuelas.
- 8 Los resultados muestran que los estudiantes que se unieron al curso de robótica demostraron un mayor aumento en sus habilidades espaciales en comparación con el aumento demostrado por los estudiantes que no participaron en el curso de robótica.
- 9 Las actividades de robótica son útiles y beneficiosas para los estudiantes jóvenes en términos de resultados académicos, especialmente en contextos de escuela primaria. Asimismo, los resultados sugirieron la importancia de aumentar el interés del alumnado en el aprendizaje de la robótica con el fin de que puedan convertirse en creadores motivados/as para su continuo aprendizaje.
- 10 Se lograron mejoras estadísticamente significativas en la comprensión de conceptos matemáticos y en la adquisición de conceptos computacionales, a partir de una práctica pedagógica activa que infunde motivación, entusiasmo, compromiso, diversión e interés.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A lo largo de la presente revisión sistemática, se ha constatado que el uso de la robótica en el aula de Matemáticas de Educación Primaria es una herramienta efectiva para mejorar el rendimiento académico y la motivación del alumnado. A través de la exhaustiva exploración de la literatura científica, se han analizado diversos estudios que evalúan el impacto de la incorporación de robots en las aulas en el aprendizaje matemático de los estudiantes en dicha etapa educativa.

Los resultados obtenidos en estas investigaciones sugieren que la robótica puede ser una herramienta de gran valor para mejorar no solo las habilidades matemáticas de los estudiantes (Barak & Zadok, 2009; Kazakoff et al., 2013; Sullivan, 2008), sino también su comprensión de los conceptos clave, la creatividad en la resolución de problemas (Zawieska & Duffy, 2015) y el pensamiento computacional (Fletcher & Lu, 2009; Guzdial, 2008; J. M. Sáez & Cózar, 2017; Vivas & Sáez, 2019). Además, estos estudios también han demostrado que la robótica es capaz de generar altos niveles de motivación y compromiso entre los estudiantes, lo que puede mejorar su actitud hacia las Matemáticas en general y aumentar su interés en aprender más acerca de esta materia (Mitnik et al., 2008; Mubin et al., 2012; Varney et al., 2012).

A lo largo del análisis de la literatura, se destaca un estudio que examina el impacto de la robótica en la motivación del alumnado (Merino et al., 2018). Los resultados demuestran un aumento significativo en la motivación de los estudiantes que utilizaron robots en comparación con el grupo de control que no los utilizó en el proceso de aprendizaje. Este hallazgo sugiere que la incorporación de la robótica educativa puede ser un factor clave en la promoción de la motivación y el interés de los estudiantes, lo que a su vez, se traduce en una mayor participación en la clase y una mejor predisposición hacia el aprendizaje.

Además, se ha observado que la utilización de la robótica en el aula tiene un impacto positivo en el rendimiento del alumnado en términos de habilidades espaciales, pensamiento computacional y resolución de problemas, tal como se ha señalado en secciones anteriores y se corrobora en otros estudios examinados. En este sentido, la robótica educativa no solo

mejora la motivación y la participación de los estudiantes, sino que también puede fomentar el desarrollo de habilidades clave en el aprendizaje de las matemáticas en Educación Primaria.

Tras llevar a cabo una minuciosa búsqueda y análisis de la literatura científica disponible sobre el tema abordado en este estudio, se han podido extraer conclusiones significativas respecto a los objetivos planteados:

- La incorporación de robots en el proceso de enseñanza permite el desarrollo de habilidades académicas en Matemáticas sumamente valiosas para los estudiantes, tales como el pensamiento computacional, la capacidad de resolver problemas y habilidades espaciales.
- La utilización de la robótica educativa fomenta la motivación y el interés de los alumnos, siempre y cuando el contenido sea relevante y pertinente para su contexto.
- La robótica educativa también brinda una excelente oportunidad para el trabajo colaborativo y cooperativo entre los estudiantes, lo que a su vez contribuye a su formación integral.
- De las intervenciones analizadas, se destaca el uso frecuente de los robots Bee-bot y mBot
- Es importante destacar que la robótica educativa es aplicable en cualquier nivel académico, lo que la convierte en una herramienta versátil y eficaz para el aprendizaje de las Matemáticas.

En conclusión, la revisión de la literatura indica que la inclusión de robots en la educación puede generar un impacto positivo en el aprendizaje de las Matemáticas, fomentar la motivación y el interés de los estudiantes, y propiciar el trabajo colaborativo y cooperativo. Por tanto, la robótica educativa representa una estrategia innovadora y altamente efectiva para el mejoramiento del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Del mismo modo, resulta esencial resaltar las limitaciones inherentes a cualquier revisión sistemática, ya que estas pueden afectar su validez y confiabilidad. Es importante mencionar algunas de ellas que, tal vez, afecten al presente trabajo:

- Sesgo de publicación: la revisión sistemática puede estar sujeta a un sesgo debido a la falta de estudios y publicaciones negativas o no significativas sobre el tema en cuestión. Este tipo de sesgo puede distorsionar las conclusiones de la revisión, ya que los resultados negativos o no significativos no son reportados con la misma frecuencia que los resultados positivos.
- Sesgo de información: la calidad de los datos recopilados y analizados en los estudios incluidos en la revisión puede influir en la eficacia del trabajo. Si los datos son imprecisos, incompletos o inadecuados, esto puede tener un impacto negativo en la precisión de las conclusiones de la revisión.
- Variabilidad en los estudios: los estudios incluidos en la revisión sistemática pueden variar significativamente en cuanto a la muestra, la intervención o el tratamiento, los resultados medidos y otros factores importantes. Esta variabilidad puede dificultar la comparación y síntesis de los datos, lo que a su vez puede afectar la validez y fiabilidad de la revisión.

 Limitaciones en la búsqueda: Aunque se han utilizado cuatro bases de datos (Dialnet, Scopus, WoS y EBSCOhost), esto puede limitar la búsqueda de estudios relevantes publicados en otras bases de datos, lo que a su vez puede afectar la validez de la revisión. Es importante tener en cuenta que existe el riesgo de perder información valiosa al restringir la búsqueda a un conjunto limitado de bases de datos.

En aras de avanzar en la comprensión del impacto de la robótica educativa en el aprendizaje de las Matemáticas en Educación Primaria, es preciso abordar nuevas cuestiones que orienten futuras investigaciones en este ámbito. En este sentido, se plantean las siguientes preguntas: ¿Existe una relación directa entre la utilización de la robótica educativa y el éxito académico del alumnado? ¿Cuál es el efecto a largo plazo de la incorporación de robots en el aula en el rendimiento matemático y el interés por las matemáticas de los estudiantes? ¿Qué factores son determinantes para la efectividad de la robótica en la enseñanza de las Matemáticas en Educación Primaria y cómo pueden ser optimizados para maximizar su impacto en el aprendizaje? Asimismo, es importante explorar la manera más efectiva de utilizar los robots en el aula y determinar qué tipo de actividades y tareas son más adecuadas para la enseñanza de las Matemáticas. Finalmente, se debe investigar el papel que desempeña el diseño y la programación de los robots en la mejora del aprendizaje matemático de los estudiantes y cómo se puede optimizar este proceso para maximizar su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

6. RECOMENDACIONES PARA LA PRÁCTICA

La robótica educativa en el entorno escolar mejora el aprendizaje de las Matemáticas en Educación Primaria. Los docentes deben introducir esta disciplina como herramienta pedagógica para la mejora del pensamiento computacional y la resolución de problemas. Además de su aplicación académica, estimula la creatividad y la experimentación en los estudiantes, por lo que se recomienda su uso innovador y transgresor en el ámbito escolar.

La integración de la robótica debe ser cohesionada y planificada en armonía con el currículo establecido. Se sugiere la colaboración con especialistas para desarrollar actividades que se fusionen con el currículo y brinden una perspectiva educativa efectiva. Es necesario proporcionar a los docentes una formación sólida en esta disciplina y las instituciones educativas deben ofrecer recursos formativos y programas de capacitación.

La evaluación del impacto de dicha herramienta en el aprendizaje es crucial. Se recomienda realizar evaluaciones formativas y sumativas para medir el progreso de los estudiantes en Matemáticas. Esto permitirá implementar estrategias pedagógicas adecuadas a las necesidades de los estudiantes.

La colaboración y el trabajo en equipo se fomentan mediante la robótica educativa, por lo que se alienta a los docentes a diseñar actividades que promuevan la colaboración entre los estudiantes. Además, se insta a adaptar la robótica a las habilidades y necesidades individuales de los alumnos, brindándoles un sentido de pertenencia y empoderamiento en su aprendizaje.

Asimismo, también cultiva la reflexión y el pensamiento crítico, animando a los estudiantes a analizar y evaluar sus soluciones y reflexionar sobre el proceso de aprendizaje. Se recomienda

promover el uso de la robótica educativa en contextos prácticos y reales, aplicando los conceptos matemáticos en situaciones relevantes.

Dado que la robótica educativa está en constante evolución, se recomienda que los docentes se mantengan actualizados participando en conferencias, talleres y programas de formación en este campo.

7. REFERENCIAS

- Arabit, J., & Prendes, M. P. (2020). Metodologías y Tecnologías para enseñar STEM en Educación Primaria: Análisis de necesidades. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 57, 107-128. https://doi.org/10.12795/pixelbit.2020.i57.04
- Barak, M., & Zadok, Y. (2009). Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(3), 289-307. https://doi.org/10.1007/s10798-007-9043-3
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006
- Casado, R., & Checa, M. (2020). Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación, 58,* 51-69. https://doi.org/10.12795/pixelbit.73672
- Chiazzese, G., Arrigo, M., Chifari, A., Lonati, V., & Tosto, C. (2019). Educational Robotics in Primary School: Measuring the Development of Computational Thinking Skills with the Bebras Tasks. *Informatics-Basel*, 6(4), 43. https://doi.org/10.3390/informatics6040043
- Educativa, D. D. (2011). *Guía Didáctica para el responsable del Programa de Robótica Educativa*. Sinaloa.
- Fanchamps, N. L. J. A., Slangen, L., Hennissen, P., & Specht, M. (2021). The influence of SRA programming on algorithmic thinking and self-efficacy using Lego robotics in two types of instruction. *International Journal of Technology and Design Education*, 31(2), 203-222. https://doi.org/10.1007/s10798-019-09559-9
- Ferreira, I., Urrútia, G., & Alonso, P. (2011). Revisiones sistemáticas y metaanálisis: Bases conceptuales e interpretación. *Revista Española de Cardiología*, *64*(8), 688-696. https://doi.org/10.1016/j.recesp.2011.03.029
- Fletcher, G. H., & Lu, J. J. (2009). Education Human computing skills: Rethinking the K-12 experience. *Communications of the ACM*, *52*(2), 23-25.
- García, J. M. (2015). Robótica Educativa. La programación como parte de un proceso educativo. Revista de Educación a Distancia (RED), 46(8). https://doi.org/10.6018/red/46/8
- Guzdial, M. (2008). Education paving the way for computational thinking. *Communications of the ACM*, *51*(8), 25-27.

- Hoorn, J. F., Huang, I. S., Konijn, E. A., & van Buuren, L. (2021). Robot Tutoring of Multiplication: Over One-Third Learning Gain for Most, Learning Loss for Some. *Robotics*, *10*(1), 16. https://doi.org/10.3390/robotics10010016
- Julià, C., & Antolí, J. Ò. (2016). Spatial hability learning through educational robotics. International Journal of Technology and Design Education, 26(2), 185-203. https://doi.org/10.1007/s10798-015-9307-2
- Karim, M. E., Lemaignan, S., & Mondada, F. (2015). A review: Can robots reshape K-12 STEM education? 2015 IEEE International Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO), 1-8. https://doi.org/10.1109/ARSO.2015.7428217
- Kazakoff, E. R., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). The Effect of a Classroom-Based Intensive Robotics and Programming Workshop on Sequencing Ability in Early Childhood. *Early Childhood Education Journal*, *41*(4), 245-255. https://doi.org/10.1007/s10643-012-0554-5
- Kong, S.-C., & Wang, Y.-Q. (2019). Nurture interest-driven creators in programmable robotics education: An empirical investigation in primary school settings. *Research and Practice* in *Technology Enhanced Learning*, 14(1), 20. https://doi.org/10.1186/s41039-019-0116-1
- Merino, J. M., Villena, R., González-Calero, J. A., & Cózar, R. (2018). Análisis del efecto de la robótica en la motivación de estudiantes de tercero de Educación Primaria durante la resolución de tareas de interpretación de planos. *REXE: Revista de estudios y experiencias en educación*, 2(Extra 3), 163-173. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6479016
- Mitnik, R., Nussbaum, M., & Soto, A. (2008). An autonomous educational mobile robot mediator. *Autonomous Robots*, 25(4), 367-382. https://doi.org/10.1007/s10514-008-9101-z
- Mubin, O., Bartneck, C., Feijs, L., Hooft van Huysduynen, H., Hu, J., & Muelver, J. (2012). Improving speech recognition with the Robot Interaction Language. *Disruptive Science and Technology*, 1(2), 79-88. https://doi.org/10.1089/dst.2012.0010
- Muñoz, L., Villarreal, V., Morales, I., González, J., & Nielsen, M. (2020). Developing an Interactive Environment through the Teaching of Mathematics with Small Robots. Sensors, 20(7), 1935. https://doi.org/10.3390/s20071935
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016
- Pérez, G., & Diago, P. D. (2018). Estudio exploratorio sobre lenguajes simbólicos de programación en tareas de resolución de problemas con Bee-bot. *Magister: Revista miscelánea de investigación*, 30(1), 9-20.

- https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6722240
- Piaget, J. (1998). La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo (5^a). Siglo ventiuno editores, s.a. de c.v.
- Sáez, J. M., & Cózar, R. (2017). Programación visual por bloques en Educación Primaria: Aprendiendo y creando contenidos en Ciencias Sociales. *Revista Complutense de Educación*, 28(2), 409-426. https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2017.v28.n2.49381
- Sáez, J.-M., Sevillano, M.-L., & Vazquez, E. (2019). The Effect of Programming on Primary School Students' Mathematical and Scientific Understanding: Educational Use of mBot. *Educational Technology Research and Development*, 67(6), 1405-1425. https://doi.org/10.1007/s11423-019-09648-5
- Suárez, A., García, D., Martínez, P. A., & Martos, J. (2018). Contribución de la robótica educativa en la adquisición de conocimientos de matemáticas en la Educación Primaria. *Magister: Revista miscelánea de investigación, 30*(1), 43-54. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6722243
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394. https://doi.org/10.1002/tea.20238
- Varney, M. W., Janoudi, A., Aslam, D. M., & Graham, D. (2012). Building Young Engineers: TASEM for Third Graders in Woodcreek Magnet Elementary School. *IEEE Transactions on Education*, 55(1), 78-82. https://doi.org/10.1109/TE.2011.2131143
- Vivas, L., & Sáez, J. M. (2019). Integración de la robótica educativa en Educación Primaria. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa. RELATEC, 18*(1), 107-128. http://espacio.uned.es/fez/view/bibliuned:425-Jmsaez-0009
- Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., Ford, M. J., & Lai, G. (2007). Acquisition of Physics Content Knowledge and Scientific Inquiry Skills in a Robotics Summer Camp. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(2), 201-216. https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782505
- Zawieska, K., & Duffy, B. (2015). The Social Construction of Creativity in Educational Robotics. En *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 351, pp. 329-338). https://doi.org/10.1007/978-3-319-15847-1_32

Para citar este artículo:

Ruiz Ortiz, I. (2023). La Robótica en el Área de Matemáticas en Educación Primaria. Una Revisión Sistemática. *Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (84), 1-17. https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84.2889

EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa

Número 84 - Junio 2023

Aprendizaje invertido en Educación Superior: Una revisión de alcance de la implementación

Flipped Learning in Higher Education: A Scoping Review of Implementation

- Karina Quinde-Herrera; <u>karina.quinde@ucuenca.edu.ec</u>; Universitat Rovira i Virgili (España), Universidad de Cuenca (Ecuador)
- D Verónica Vélez-Pinos; <u>veronica.pinos@ucuenca.edu.ec</u>; Universidad de Cuenca (Ecuador)
 - D Vanessa Esteve-González; vanessa.esteve@urv.cat; Universitat Rovira i Virgili (España)
 - (España) Cristina Valls-Bautista; cristina.valls@urv.cat; Universitat Rovira i Virgili (España)

Resumen

Este trabajo consiste en una revisión de alcance de la literatura acerca de la implementación del modelo Flipped Learning (FL) en el ámbito universitario. Se seleccionaron 18 estudios publicados entre 2014 y 2020, de los cuales el 77.8% fueron artículos científicos. El rango de la media de las edades de los participantes en los cursos FL fue de 21 a 30 años. Los objetivos de esta revisión fueron analizar las actividades realizadas antes, durante y después de la clase, las ventajas y desventajas de la aplicación del modelo, y las herramientas tecnológicas utilizadas en la práctica del profesorado.

Los resultados indican que el visionado de videos (83.33%) y las pruebas y lecciones (50%) son las principales actividades previas a la clase, mientras que los trabajos grupales son frecuentes durante (72.22%) y después de la clase (16.67%). Las ventajas más reportadas del FL incluyen la participación, motivación y satisfacción del estudiantado (42.11%). La herramienta tecnológica más utilizada fue el sistema de gestión del aprendizaje (Moodle, 20%).

Este estudio busca proporcionar recomendaciones para los docentes interesados en implementar el FL y para los investigadores que deseen enfocarse en la implementación del modelo en la educación universitaria.

Palabras clave: Aprendizaje invertido, educación superior, revisión de alcance

Abstract

This study consists of a scoping review of the existing literature on the implementation of the Flipped Learning (FL) model in the university environment. Eighteen studies published between 2014 and 2020 were selected, of which 77.8% were scientific articles. The range of the mean ages of the participants in the FL courses was from 21 to 30 years. The objectives of this review were to analyze the activities carried out before, during and after the class, the advantages and disadvantages of the application of the model, and the technological tools used in the teaching practice.

The study found that watching videos (83.33%) and completing tests and lessons (50%) were the main activities before class, while group work was frequent during (72.22%) and after class (16.67%). The most reported advantages of the FL model included increased student participation, motivation, and satisfaction (42.11%). The most commonly used technological tool was the learning management system (e.g. Moodle, 20%).

The results of this review aim to provide recommendations for teachers interested in implementing the FL model in their classes and for researchers focusing on the implementation of the model in university education.

Keywords: Flipped learning, higher education, scoping review

(c) (1)

DOI: https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84.2785

Página 18

Recibido: 12-02-2023

Aceptado: 08-06-2023

1. INTRODUCCIÓN

La clase invertida, aula invertida o Flipped Classroom (FC) se ha destacado como una estrategia innovadora en los últimos años (Cabrera Larreategui et al., 2021; Sánchez-Soto y García-Martín, 2022). La clase invertida es un modelo pedagógico que sugiere eliminar ciertas actividades que antes se realizaban en el aula, como la presentación de material teórico, y en su lugar, emplear el tiempo de clase para aplicar y profundizar en el conocimiento adquirido previamente mediante actividades de mayor nivel cognitivo (Melo y Sánchez, 2017). Por otro lado, una crítica frecuente al aprendizaje totalmente en línea es que puede llevar a la sustitución de los profesores por vídeos de conferencias magistrales, sin tener en cuenta que los estudiantes no solo necesitan recibir información y resolver problemas, sino que también deben ser capaces de formularlos por sí mismos (Noschese, 2011). A partir de este debate, surgió el enfoque del aprendizaje invertido, también conocido como Flipped Learning (FL), el cual se centra en el aprendizaje activo (Ismatovna, 2022; J. Lee y Choi, 2019; Li et al., 2021). Es por esta razón que el año 2014 ha sido seleccionado como punto de partida en este estudio.

El FL se trata de un modelo en el que la instrucción directa se traslada desde el grupo de aprendizaje al espacio individual de aprendizaje, y el espacio de grupo resultante se convierte en un entorno de aprendizaje dinámico e interactivo. En este contexto, el educador juega un papel fundamental al guiar a los estudiantes en la aplicación de conceptos y en su participación activa en la asignatura (Flipped Learning Network, 2014). El FL es un enfoque centrado en el estudiante donde el educador planifica la mejor forma de usar el tiempo de clase, para que el aprendizaje y la retención se maximicen tomando en cuenta las distintas capacidades de aprendizaje del estudiante (Nederveld y Berge, 2015).

El enfoque FL se está adoptando rápidamente en la educación superior porque promueve el aprendizaje activo del estudiante (Li et al., 2021). Las investigaciones muestran que es un método considerablemente efectivo (Birgili et al., 2021) y se ha empleado exitosamente para impartir cátedras en educación superior en diferentes asignaturas (Pinos-Vélez et al., 2020). El FL ofrece diversas ventajas, entre ellas la autorregulación por parte de los estudiantes, un aumento en su motivación y compromiso durante las clases, y una mejora en su rendimiento académico (Birgili et al., 2021; Cheng et al., 2022). Uno de los inconvenientes de este modelo es que se requiere que los estudiantes se familiaricen previamente con los temas a tratarse en la clase, por lo que puede conducir a un cierto nivel de malestar del estudiantado (Birgili et al., 2021; Lee y Choi, 2019). Por esa razón, el modelo FL implica la preparación de estrategias para incentivar y a la vez controlar que los estudiantes trabajen antes de la clase (Pinos-Vélez et al., 2020).

Durante varios años, la comunidad científica se ha enfocado en examinar el impacto del FL, beneficios, obstáculos y desafíos de su aplicación. Sin embargo, pocos han analizado la implementación desde un enfoque de diseño educativo (Quinde-Herrera et al., 2023). Dada la necesidad de incorporar un modelo tecno-pedagógico en las instituciones de educación superior, el objetivo de esta revisión de alcance es analizar el modelo FL, examinando las actividades previas, durante y posteriores a la clase, las ventajas y desventajas, y los recursos tecnológicos utilizados, con el propósito de obtener una comprensión de la implementación y las posibles recomendaciones para la práctica educativa.

2. MÉTODO

Para este estudio se utilizó la revisión panorámica o de alcance, que tiene como propósito ofrecer una visión general de la literatura sobre un tema amplio, en la cual no es necesario realizar una revisión extensa de datos (Marín, 2022). Siguiendo la metodología de revisión de alcance de Arksey y O'Malley (2005), este estudio tiene cinco fases: (1) Elaboración de las preguntas de investigación; (2) Establecer los criterios de inclusión y exclusión y búsqueda sistemática; (3) Revisión y selección de estudios relevantes; (4) extracción de datos; (5) análisis y reporte de los resultados.

2.1. Elaboración de las preguntas de investigación

Para el cumplimiento de nuestro objetivo en este estudio se plantearon las siguientes preguntas:

- ¿Qué actividades se aplican en una clase bajo el modelo FL?
- ¿Cuáles fueron las ventajas y desventajas de la implementación del modelo FL?
- ¿Qué tecnologías educativas se utilizan en la implementación del modelo FL?

2.2. Establecimiento de los criterios de inclusión y exclusión y búsqueda sistemática

Los criterios de inclusión del estudio se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1Criterios de inclusión y exclusión para la selección de artículos sobre el modelo FL en bases de datos internacionales.

Criterios	Inclusión
Tipo de Documento	Artículos científicos o actas de congreso revisados por pares
Tema	Título y resumen relacionado directamente con el tema de investigación: FL en Educación Superior
Grupo de estudio	Educación Superior: grado y posgrado
Enfoque	Cualitativo / Cuantitativo / Mixto
Países	Todos
Rango de tiempo	2014 - 2020
Idioma	Inglés y español

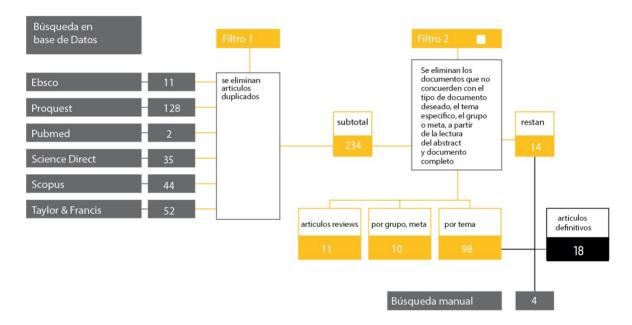
La búsqueda incluyó los términos "flipped learning" AND ("higher education" OR undergraduate OR postgraduate) en las siguientes bases de datos: Ebsco, Proquest, Pubmed, Science Direct, Scopus, Taylor & Francis.

2.3. Revisión y selección de estudios relevantes

Se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva de artículos científicos en las bases de datos mencionadas, utilizando los criterios previamente establecidos. Todos los artículos fueron revisados para verificar su cumplimiento. En primer lugar, se excluyeron los artículos que no correspondían a partir del análisis de los títulos y resúmenes. Luego se procedió a la lectura completa de los artículos para definir su inclusión o exclusión en la revisión. Se excluyeron los artículos de revisión, cartas al editor y aquellos que aplicaban el modelo en estudiantes de escuelas, colegios o empleados de empresas. Se consideraron estudios en español e inglés. Además, se realizó una búsqueda manual. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se identificaron 18 estudios pertinentes para el tema de investigación. Se obtuvieron las versiones completas de texto de cada artículo, los cuales fueron revisados y confirmados como apropiados por las autoras. Se seleccionaron y revisaron todos los artículos para verificar el cumplimiento de los criterios. La Figura. 1 ilustra el proceso de selección de artículos.

Figura 1

Proceso de selección de artículos



2.4. Extracción de datos

De los 236 artículos recopilados, en total se seleccionaron 18 documentos, se procedió a leer cada uno de ellos y se extrajo la información correspondiente a las preguntas indicadas en el numeral 2.2.

2.5. Análisis y reporte de los resultados

Previo al análisis de los datos se organizaron los resultados en cuatro tablas. La primera con el resumen de los 18 artículos y las otras tres, que responden a nuestras preguntas de investigación inicial.

3. RESULTADOS

3.1. Características generales de los estudios

Las características generales de los estudios, como tipo de documento, el tipo de diseño del estudio, el país y el año de aplicación y las características de los cursos y de los participantes, se describen brevemente en esta sección.

En la Tabla 2 se presenta el resumen del análisis de los artículos seleccionados en el estudio.

Tabla 2Resumen de los artículos seleccionados para analizar el enfoque del modelo FL

REFERENCIA	AUTOR, AÑO DE PUBLICACIÓN	TIPO DE DOCUMENTO	PAIS EN EL QUE SE APLICÓ	TIPO DE DISEÑO DEL PROYECTO
A1	Choi et al. (2015)	artículo	Corea del Sur	Descriptivo, estudio transversal
A2	Gardner et al. (2014)	acta de congreso	Australia	Descriptivo, estudio transversal
A3	J Lee et al. (2017)	artículo	Corea del Sur	Investigación de diseño
A4	Christiansen et al. (2017)	artículo	Estados Unidos	Estudio longitudinal
A5	J. Kim (2017)	artículo	Corea del Sur	Transversal
A6	Ihm et al. (2017)	artículo	Corea del Sur	Descriptivo, Cuantitativo. No experimental
A7	H. S. Kim et al. (2017)	artículo	Corea del Sur	Descriptivo, cuasi-experimental
A8	Ng et al. (2016)	acta de congreso	Hong Kong	Descriptivo, cuasi-experimental
A9	Mennella (2016)	artículo	Estados Unidos	Descriptivo, experimental
A10	Murphy et al. (2016)	artículo	Estados Unidos	Descriptivo, cuasi-experimental
A11	J. A. Kim et al. (2015)	artículo	Corea del Sur	Descriptivo, cuasi-experimental
A12	Pence (2016)	artículo	Estados Unidos	Descriptivo
A13	O'Connor et al. (2016)	artículo	Estados Unidos	Estudio de cohorte prospectivo
A14	Gnaur y Hüttel (2014)	acta de congreso	Estados Unidos	Mixto
A15	Monson et al. (2015)	acta de congreso	Estados Unidos	Descriptivo, cuasi-experimental
A16	Blau y Shamir-Inbal (2017)	artículo	Israel	Estudio cualitativo, descriptivo con análisis temático
A17	Urgilés et al. (2019)	artículo	Ecuador	Descriptivo, cuasi-experimental y transversal
A18	Pinos-Vélez et al. (2020)	artículo	Ecuador	Diseño educativo en tres etapas, cada etapa con enfoque mixto

La mayoría de los estudios tienen un enfoque de investigación cuantitativo (N=11, 61.1%), le siguen los mixtos cuali-cuantitativos (N=4, 22.2%), de diseño (N=2, 11.1%) y un (1) cualitativo (5.6%). Fueron analizados 14 (77.8%) artículos científicos y 4 (22.2%) artículos presentados en congresos indexados, que provienen de 6 países, 7 (38.9%) de Estados Unidos de América, 6 (33.3%) de Corea del Sur, 2 (11,1%) de Ecuador y 1 (5.6%) de Australia, Hong Kong e Israel. De acuerdo a los estudios analizados, el modelo FL fue aplicado en cursos de las áreas de Ingeniería y Tecnologías (N=9, 50%), Ciencias Biológicas y de la Salud (N=5, 27.8%) y Ciencias Sociales (N=4, 22.2%). El número de participantes comprendía <65 (N=8, 44.4%), de 66-130 (N=8, 44.4%), y > 131 (N=2, 11.1%). La edad media de los participantes estuvo en el rango de 21 a 30 años.

3.2. ¿Qué tipo de actividades se aplican en una clase bajo el modelo FL?

Para entender mejor cómo se estructura la clase utilizando el modelo FL, se analizaron los artículos de acuerdo al esquema de implementación. La mayoría aplicó el esquema tradicional de antes y durante la clase (Soleymani et al., 2022). Únicamente un estudio aplicó el esquema de tres etapas: pre-clase, clase y post-clase [A5], aunque dos estudios [A1, A13] mencionan actividades post-clase, sin hacerlo explícito.

Como resultado de la codificación abierta, se crearon dos categorías inductivas para las actividades que se aplican en la implementación del modelo FL (estrategias de evaluación y actividades) para los diferentes momentos de aplicación: pre-clase, clase, y post-clase. Luego, dividimos cada categoría inductiva en subcategorías en función de dónde encajan las actividades informadas (Tabla 3). Cabe señalar que algunos estudios informaron más de una actividad. Los hallazgos para cada fase del modelo se discuten en detalle en las siguientes secciones.

Tabla 3Actividades realizadas en las diferentes etapas del modelo FL

Esquema de la clase	Categorías inductivas	Subcategorías	F	%	Referencia
	Estrategias de evaluación	Pruebas y lecciones	9	50.00	A2, A4, A5, A8, A10, A14, A13, A15, A17
		Foros y discusiones	6	33.33	A1, A5, A8 A10, A16, A17
		Deberes y tareas	5	27.78	A5, A7, A8, A9, A13
FL PRE- CLASE	Actividades	Visionado de videos	15	83.33	A1, A2, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A13, A14, A15, A16, A18
		Lectura de textos	4	22.22	A2, A5, A12, A17
		Presentaciones	1	5.56	A12
		Textos en audio	2	11.11	A12, A14
	Estrategias de evaluación	Pruebas y lecciones	7	38.89	A1, A3, A4, A6, A9, A10, A18
		Evaluación grupal	2	11.11	A9, A18
FL CLASE	Actividades	Introducción al modelo FL	4	22.22	A3, A12, A16, A17
		Trabajos grupales	13	72.22	A1, A2, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A11, A12, A14, A16, A17
		Clases de reforzamiento	6	33.33	A1, A4, A5, A11, A16, A17

Esquema de la clase	Categorías inductivas	Subcategorías	F	%	Referencia
		Revisión y retroalimentación	6	33.33	A1, A8, A9, A11, A17, A18
FL POST- CLASE	Estrategias de evaluación	Pruebas	2	11.11	A1, A13
		Evaluación grupal y por pares	2	11.11	A4, A8
	Actividades	Visionado de videos	1	5.56	A2
		Programación de agenda	1	5.56	A3
		Trabajos grupales	3	16.67	A7, A9, A10
		Retroalimentación con contenido adicional	1	5.56	A7

3.2.1. Resultados de la pre-clase

En la mayoría de los estudios analizados, las actividades extracurriculares se limitan a la transferencia de información a través de la visualización de videos, la lectura de textos y la presentación de material en audio. De los estudios revisados, la gran mayoría (N=15) señaló que la actividad principal consistía en ver videos antes de la clase (83.33%).

En algunos estudios los videos fueron proporcionados en diferentes formatos para que puedan ser elegidos según las predilecciones del estudiantado [A5, A17, A18]. Se señaló el uso de videos cortos y profesionales o de elaboración propia, los cuales fueron entregados siguiendo una secuencia lógica de acuerdo a las planificaciones de las clases [A2, A6]. Se recomienda que los videos no excedan los 30 minutos de duración. Las conferencias largas se relacionaron con dificultades para mantener la concentración, mayor compromiso de tiempo y disminución de la satisfacción [A1].

El estudio [A18] llevado a cabo durante cuatro semestres implementó el FL analizando el tipo de videos que pueden resultar más atractivos para el estudiantado, en el contexto de un país en vías de desarrollo. De acuerdo a los resultados, el estudiantado prefiere que los videos sean cortos (8 – 10 minutos) y de preferencia, que participe el docente que imparte las clases. Esto puede implicar la producción y preparación de materiales de videos de alta calidad, lo cual puede demandar mucho tiempo al profesorado para preparar las clases [A5, A10] y la necesidad de apoyo técnico e institucional [A1, A17].

Otro elemento importante que se identificó en este estudio, es el uso de estrategias de evaluación formativa, que para efectos de análisis se los ha dividido en pruebas y lecciones, foros y discusiones y deberes y tareas. La principal estrategia de evaluación fue las pruebas y lecciones (N=7). Las evaluaciones formativas se realizaron principalmente con el objetivo de verificar que el estudiantado haya asimilado los contenidos y que estén preparados para las actividades previstas para la clase presencial.

3.2.2. Resultados de la clase

En este estudio se determinó que durante las clases es esencial incluir actividades de evaluación formativa para verificar si los estudiantes han comprendido los contenidos proporcionados previamente. Estas actividades pueden incluir pruebas y lecciones individuales (N=7) y evaluaciones en grupo (N=2). También se menciona el requerimiento de introducir al

estudiantado hacia el contenido (N=4), ya sea mediante conferencias o videos cortos que promuevan la participación del estudiantado en la clase presencial. La principal actividad que se propone para las clases presenciales son los trabajos grupales (N=13) que involucra discusiones y debates, preguntas y respuestas, realización de ejercicios o resolución de problemas y trabajo colaborativo. Se demostró que los temas que invitan a la reflexión para los debates en clase y las actividades colaborativas son cruciales para el FL [A1].

Asimismo, se evidenció la importancia de incorporar actividades de refuerzo (N=6) como explicaciones adicionales de los contenidos y retroalimentación (N=6) a través de revisiones de pruebas o ejercicios, tanto por parte del profesorado como entre compañeros.

3.2.3. Resultados de la post-clase

Para la etapa posterior a la clase, se identificaron varias estrategias de evaluación, tanto formativas como sumativas. Dos (N=2) de estas estrategias consistían en pruebas que empleaban el cuestionario virtual con diferentes tipos de preguntas para ampliar y mejorar las habilidades de resolución de problemas del estudiantado. Otras dos estrategias eran la evaluación grupal y la evaluación por pares (N=2). La primera implicaba una evaluación grupal inicial con una calificación uniforme, seguida de una evaluación por pares y, finalmente, el ajuste de la calificación en función de las dos evaluaciones previas. Entre las actividades que se mencionaron para la post-clase se encuentran los trabajos grupales (N=3), que consistía en la elaboración de un proyecto basado en la materia y en la vida real. También se menciona el visionado de videos (N=1) para reforzar el aprendizaje y la retroalimentación con contenido adicional (N=1) con la finalidad de prepararlos para la siguiente clase. Un estudio hizo hincapié en la necesidad de apoyar al estudiantado en una programación de agenda para que puedan organizarse y prepararse para la próxima clase.

3.3. ¿Cuáles fueron las ventajas y desventajas de la implementación del modelo FL?

Después de llevar a cabo la codificación abierta, se identificaron trece categorías inductivas para las ventajas y tres para las desventajas (Tabla 4). Las categorías se definieron en función de los estudios realizados por García-Martín y García-Sánchez (2015), centrándose en las variables psicoeducativas de los estudiantes, tanto emocionales (participación, motivación, satisfacción, habilidades sociales e interacción) como cognitivas (pensamiento o reflexión crítica, autoeficacia, rendimiento, comprensión, autonomía y retroalimentación), así como de Lee (2023), para las variables relacionadas con las desventajas.

Tabla 4Ventajas y desventajas de la implementación del modelo FL

	Categorías inductivas	F	%	Referencias
	Participación	10	55.56	A1, A2, A3, A5, A6, A7, A12, A13, A14, A16
	Motivación	10	55.56	A1, A2, A3, A6, A7, A8, A10, A11, A13, A18
	Satisfacción	8	44.44	A3, A6, A8, A9, A11, A13, A17, A18
	Habilidades sociales e interacción	4	22.22	A5, A6, A10, A11
	Pensamiento o reflexión crítica	6	33.33	A1, A3, A12, A13, A14, A16
	Autoeficacia	5	27.78	A1, A2, A8, A17, A13
	Rendimiento	4	22.22	A8, A9, A10, A13
Ventajas	Comprensión	3	16.67	A1, A3, A11
	Autonomía	2	11.11	A1, A2
	Retroalimentación	1	5.56	A5
	Actitud positiva del profesorado	4	22.22	A4, A13, 16, A18
	Tecnologías digitales que favorecen el aprendizaje	3	16.67	A12, A14, A16
	Puente para el desarrollo de políticas y cursos	1	5.56	A3
Desventajas	Desafíos del estudiantado	7	38.89	A1, A2, A5, A8, A11, A12, A14, A17, A18
	Desafíos del profesorado	5	27.78	A5, A10, A8, A18
	Aspectos técnicos y tecnológicos	3	16.67	A11, A15, A17
	TOTAL	76		

3.2.4. Ventajas

En la Tabla 4 se puede observar que la mayoría de ventajas (n=76) relacionadas a la implementación del FL se refieren principalmente a los efectos en el estudiantado, ligados al componente emocional (N=32, 42.11%) y al componente cognitivo (N=21, 27.63%).

La implementación del FL ofrece varias ventajas en cuanto a las variables emocionales, como la participación (N=10, 55.56%), definida como el efecto que tienen las actividades en el estudiante. Los estudiantes perciben el FL como una modalidad flexible que les permite elegir el mejor momento y lugar para realizar su aprendizaje. Además, pueden revisar los contenidos varias veces, lo que contribuye a una mayor motivación [A1, A2, A5, A14] y mejora las creencias, confianza y actitudes hacia la asignatura [A10].

Otra variable emocional que se ve beneficiada con la implementación del FL es la satisfacción. Esta se entiende como un estado de placer y de gusto que se produce como consecuencia de la aplicación del modelo. Varios estudios han encontrado que el estudiantado experimenta una mayor satisfacción al utilizar el FL [A9, A11, A13]. Algunos estudios sugieren que el uso del FL brinda mejores oportunidades para desarrollar habilidades sociales e interacción, pues se amplía el nivel de discusión y participación activa en la clase [A11]; se mantiene una mejor interacción entre estudiantes y profesores [A5], y existe una correlación entre la preparación para el aprendizaje y las habilidades para la discusión en clase [A6].

Asimismo, en relación a los efectos del componente cognitivo, la mayoría de los estudios analizados en esta revisión, han mencionado los efectos que se producen en el pensamiento o reflexión crítica, autoeficacia y rendimiento académico y en menor medida la comprensión, autonomía y retroalimentación.

Durante el análisis, se identificaron tres variables de ventajas que no estaban presentes en los estudios mencionados anteriormente, pero que se consideraron importantes para incluir en la categorización: la actitud positiva del profesorado (N=4, 22.22%), el papel beneficioso de las tecnologías digitales en el aprendizaje (N=16.67%), y su potencial como puente para el desarrollo de políticas y cursos (N=1, 5.56%).

3.2.5. Desventajas

Aunque la mayoría de los estudios analizados en esta revisión muestran beneficios en la implementación del FL, se han informado algunas desventajas que se dividieron en tres categorías: i) desafíos para el estudiantado (N=7, 38.89%), relacionados con la demanda de tiempo y esfuerzo necesarios para aplicar el modelo, la preparación limitada antes de la clase, la falta de familiarización con las actividades grupales y la escasa retroalimentación; ii) desafíos del profesorado (N=5, 27.78%), que incluyen la necesidad de invertir tiempo en la preparación de las clases, la falta de conocimiento para aprovechar las funciones de las plataformas digitales y la falta de apoyo institucional para facilitar la implementación.

El diseño de una clase entera de aprendizaje invertido requiere más tiempo de preparación, en algunos casos tres veces más que una clase basada en conferencias [A10]. Algunos estudiantes señalaron que la cantidad de trabajo aumenta con el FL debido a los materiales utilizados como los videos, las discusiones y la revisión de artículos [A3].

En el estudio [A4] se concluyó que los exámenes en casa no parecen mejorar el rendimiento académico del estudiantado, ni tampoco son la opción preferida por ellos. Al explorar las razones cualitativamente, los estudiantes destacaron que a menudo carecen del tiempo necesario para ver los videos en casa. Además, algunos mencionaron que esta falta de tiempo se debe a otras obligaciones y responsabilidades, según señala [A18]. Estos hallazgos sugieren que el contexto de implementación es un factor clave a tener en cuenta en la efectividad de esta práctica educativa.

3.3. ¿Qué tecnologías educativas se utilizan en la implementación del modelo FL?

Para este análisis se clasificaron las herramientas utilizadas en los diferentes estudios en tres categorías: i) gestión de contenidos (publicación de videos y aprendizaje colaborativo), ii) elaboración de contenidos (videos); y iii) gestión organizativa (comunicación y trabajo colaborativo, aplicación de cuestionarios, participación en foros con respuestas y calificaciones). La mayoría de tecnologías mencionadas en los estudios fueron utilizadas para gestionar los contenidos, sobre todo la publicación de videos. En la Tabla 5 se recogen las herramientas tecnológicas referidas en los estudios analizados.

Tabla 5Herramientas utilizadas para aplicar el modelo FL

Tipo de herramientas	Uso	Herramientas	F	%	Referencias
		eTL site	1	4	A1
		Youtube	3	12	A6, A17, A18
		Panopto	1	4	A10
		Blackboard	1	4	A7
	Publicación de videos	Google Classroom		4	A18
Gestión de		Moodle	5	20	A14, A15, A16, A17, A18
contenidos		Social Network services (SNS) - Facebook		4	A6
		CANVAS	3	12	A4, A9, A15
		OpenEdX	1	4	A8
	Aprendizaje	Trello	1	4	A11
	colaborativo	Youtube	1	4	A6
Elaboración	Elaboración de	Camtasia Studio 8.3	1	4	A4
de contenidos	videos		2	8	A4, A12
Gestión organizativa	Comunicación y trabajo colaborativo	Google Hangouts, Zoom			
	Aplicación de cuestionarios	Google Forms	3	12	A10, A16, A18
	Participación en foros con respuestas y calificaciones	Piazza			
		TOTAL	25	100	

Varios estudios (N=14, 77.78%) han informado sobre el uso de herramientas tecnológicas en la implementación del modelo FL y su eficacia. En su mayoría, los estudios mencionan haber utilizado un sistema de gestión de aprendizaje institucional, aunque también se han explorado otras herramientas. Por ejemplo, se ha demostrado que los podcasts son útiles para aprender y recordar mejor la información [A12], mientras que los *pencasts* han apoyado el aprendizaje para solucionar problemas [A14].

Otras herramientas, como las redes sociales, también han sido evaluadas. Estudios como el [A6] han encontrado que el uso de plataformas como Facebook puede mantener a los estudiantes motivados debido a la facilidad de acceso a los contenidos, la interacción entre estudiantes y la notificación de actualizaciones de manera inmediata. Asimismo, el uso de herramientas específicas, como *OpenEdX* y Blackboard, ha demostrado tener un efecto positivo sobre el desempeño, autoeficacia y satisfacción del estudiante [A8]. En particular, el estudio [A8] destaca que más de la mitad de los estudiantes encuestados no reportó dificultades significativas al utilizar el sistema, lo que podría explicarse por el hecho de que encontraron el aprendizaje dentro de la plataforma *OpenEdX* relajante y confortable, lo que a su vez impactó positivamente en su autoeficacia.

4. DISCUSIÓN

Los estudios analizados sugieren que para el diseño de una clase FL se deben considerar tres etapas: antes, durante y después de la clase (Quinde-Herrera et al., 2023; Soleymani et al., 2022). Esto permite al profesorado tener una idea clara de cómo se tienen que planificar las diversas actividades en sus diferentes etapas para garantizar la efectividad del modelo.

La elección del formato en el que se entregan los contenidos no es una cuestión trivial, la calidad de los materiales es un factor clave para el éxito del modelo FL (Lee, 2023). Los trabajos de investigación revisados acerca del uso de actividades pre-clase se centraron principalmente en la visualización de videos antes de la clase, posiblemente porque este enfoque se deriva del modelo FC; además, se ha demostrado que la acción de volver a ver el video de aprendizaje al otro día es un indicador que contribuye al aprendizaje autorregulado en una clase FL (Andriansyah *et al.,* 2023). Los estudiantes prefieren esta estrategia a otras, como la lectura (Lee y Choi, 2019; Lee, 2023), pero para que los videos sean efectivos, deben ser cortos y seguir una secuencia lógica. Es fundamental que los docentes dediquen tiempo a preparar materiales de alta calidad y que cuenten con apoyo técnico e institucional para producirlos. Sin embargo, inclusive si se proporcionan materiales adecuados en cuanto a contenido, formato y duración, es importante asegurarse de que los estudiantes los revisen. Una forma de lograrlo es mediante la realización de cuestionarios de verificación (Hew y Lo, 2018). También se pueden llevar a cabo evaluaciones formativas, que incluyan pruebas y lecciones, para verificar la comprensión de los contenidos y la preparación de los estudiantes para la clase presencial.

Durante la clase, algunas de las estrategias que mejor funcionaron para el refuerzo de los contenidos son la visualización de videos, la lectura de textos, e incluso la realización de charlas y clases magistrales cortas. El diseño de las actividades a realizar durante la clase puede ser un gran reto para los docentes (Quinde-Herrera et al., 2022; 2023). Ante esto, Lee, (2023) propone implementar otros modelos de instrucción como el aprendizaje en equipo (TBL) o la instrucción entre pares (PI), cada uno de los cuales tiene un procedimiento estructurado. Otras actividades en clase que se recomiendan son, la realización de trabajos grupales que involucren discusiones y debates, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. Además, se enfatiza la necesidad de realizar actividades de evaluación formativa.

En la etapa posterior a la clase, existen varias estrategias de evaluación que se pueden emplear en el aprendizaje a través del FL. Entre ellas se encuentran diferentes tipos de pruebas virtuales, evaluaciones grupales y por pares, y la elaboración de proyectos basados en la materia y en la vida real. También se destaca la importancia de proporcionar retroalimentación con contenido adicional y de apoyar al estudiantado en la organización y planificación de su tiempo para prepararse adecuadamente para la próxima clase.

En las diferentes etapas del modelo FL es importante considerar las preferencias y necesidades del estudiantado al momento de diseñar las estrategias de evaluación y las diferentes actividades. Por ello, el profesorado que implemente el FL requiere diseñar el currículo con una planificación articulada a nivel semestral y otra a nivel de lecciones. En este último nivel, se utilizan las pedagogías activas del aprendizaje para integrar de mejor manera las actividades en sus diferentes etapas (Birgili et al., 2021; Li et al., 2021; Quinde-Herrera et al., 2023). Se debe considerar que aunque las instituciones educativas decidan implementar el modelo, éstas se caracterizan por prestar poca atención a cómo el profesorado se inserta en la enseñanza,

dejando la responsabilidad en ellos (Birgili et al., 2021). No obstante, para el profesorado puede resultar complejo si desconoce cómo aplicar pedagogías activas tanto fuera como dentro del aula (Quinde-Herrera et al., 2022). Por lo que debería haber un apoyo institucional para el manejo del modelo, así como para la creación y selección de materiales, lo que podría incurrir en gastos. Por tanto, el diseño e implementación de cursos invertidos no es tan simple y demanda tiempo (O'Flaherty y Phillips, 2015); pero cuando se desarrollan apropiadamente podría darse una reducción de la carga de la enseñanza (Li et al., 2021) y reducción de costos a mediano o largo plazo.

En cuanto a las ventajas y desventajas de la implementación del modelo FL, los resultados muestran que la mayoría de las ventajas se refieren a los efectos en el estudiantado, y gran parte de ellas se relacionan con el componente emocional y cognitivo. En términos emocionales, el FL ofrece ventajas como una mayor participación, motivación, satisfacción y actitudes positivas hacia la asignatura. Además, la implementación del FL puede mejorar las habilidades sociales e interacción y las competencias digitales. En términos cognitivos, el FL puede mejorar la reflexión crítica, la autoeficacia y el rendimiento académico. Esto puede beneficiar el proceso de aprendizaje, pues los principales factores en el estudiantado que afectan la efectividad del FL son la capacidad académica, las actitudes hacia el FL y la competencia tecnológica del estudiantado (Lee, 2023). También se mencionan tres variables de ventajas adicionales: la actitud positiva del profesorado, el papel beneficioso de las tecnologías digitales en el aprendizaje, y su potencial como puente para el desarrollo de políticas institucionales y cursos formativos.

Entre las desventajas del modelo en los estudiantes se incluyen la demanda de tiempo y esfuerzo, la falta de familiarización con las actividades grupales y la escasa retroalimentación. Los desafíos del profesorado incluyen la necesidad de invertir tiempo en la preparación de las clases y la falta de conocimiento para aprovechar las funciones de las plataformas digitales.

Finalmente, diversas herramientas tecnológicas se utilizaron para la gestión de contenidos, especialmente la publicación de videos, y la mayoría de los estudios se apoyaron en un sistema de gestión del aprendizaje institucional como Moodle. Además, se han explorado otras herramientas como *podcasts*, *pencasts* y redes sociales. Este estudio analiza el uso de herramientas tecnológicas en la implementación del FL, pero no considera los criterios de selección ni la influencia del contexto, lo que indica que hace falta más estudios al respecto. Es necesario encontrar herramientas que complementen las diferentes etapas del modelo permitiendo el desarrollo de conocimiento, en base a criterios específicos para obtener datos analíticos de aprendizaje y explorar las diferencias individuales en respuesta a las variadas estructuras de los cursos.

CONCLUSIONES

El modelo FL se ha demostrado como una alternativa efectiva a los métodos de formación tradicionales. Sin embargo, aún se necesitan investigaciones con cohortes longitudinales que evalúen los resultados de aprendizaje en ambos casos y consideren variables como la autodirección, autorregulación, motivación y autoeficacia, teniendo en cuenta las características de los participantes, relacionadas con su contexto y sus necesidades. Se sugiere

que el profesorado se centre en la innovación en el diseño de actividades de aprendizaje en el aula. Es fundamental considerar que los estudiantes deben completar el estudio del material antes de la clase, así como realizar tareas tanto en línea como durante las sesiones presenciales. Por ello, se enfatiza que el FL implica un cambio en la concepción de la enseñanza y en los roles y responsabilidades tanto del estudiantado como del profesorado (Lee, 2023).

En cuanto a la implementación del modelo FL, se destaca la importancia de incorporar actividades antes, durante y después de las clases presenciales que estén vinculadas entre sí. En este estudio se proponen recomendaciones para implementar el FL, destacando que en cada fase debería haber estrategias de evaluación y actividades grupales.

El FL tiene ventajas emocionales y cognitivas para los estudiantes, pero la capacidad académica, actitudes, competencias digitales y el contexto de implementación son factores clave que afectan su efectividad. Como desventajas están la falta de conocimiento digital tanto del profesorado como del estudiantado y exige más tiempo y esfuerzo por parte de ambos actores.

6. AGRADECIMIENTO

La autora Cristina Valls es profesora lectora dentro del programa Serra Húnter.

7. REFERENCIAS

- Andriansyah, E.H., Subroto, W. T., Ghofur, M. . (2023). Do Self-Regulated Learning and Flipped Learning Assisted by Learning Video Affect Learning Outcomes? (Indonesian). *Social Work and Education*, *10*(1), 87-98. https://doi.org/10.25128/2520-6230.23.1.8
- Arksey, H., y O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International journal of social research methodology, 8*(1), 19-32. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/1364557032000119616
- Birgili, B., Seggie, F. N., y Oğuz, E. (2021). The trends and outcomes of flipped learning research between 2012 and 2018: A descriptive content analysis. *Journal of Computers in Education*, 8(3), 365-394. https://doi.org/10.1007/s40692-021-00183-y
- Blau, I., y Shamir-Inbal, T. (2017). Re-designed flipped learning model in an academic course: The role of co-creation and co-regulation. *Computers and Education*, 115, 69-81. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.014
- Cabrera Larreategui, S. Y., Rojas Yalta, E. M., Montenegro Torres, D., y López Regalado, O. (2021). El aula invertida en el aprendizaje de los estudiantes: revisión sistemática. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, 77,* 152-168. https://doi.org/10.21556/edutec.2021.77.1967
- Cheng, S. C., Hwang, G. J., y Lai, C. L. (2022). Critical research advancements of flipped learning: a review of the top 100 highly cited papers. *Interactive Learning Environments*, *30*(9), 1751-1767. https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1765395

- Choi, H., Kim, J., Bang, K. S., Park, Y. H., Lee, N. J., y Kim, C. (2015). Applying the Flipped learning Model to an English- Medium Nursing Course. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 45(6). https://doi.org/10.4040/jkan.2015.45.6.939
- Christiansen, M. A., Lambert, A. M., Nadelson, L. S., Dupree, K. M., y Kingsford, T. A. (2017). In-Class Versus At-Home Quizzes: Which is Better? A Flipped Learning Study in a Two-Site Synchronously Broadcast Organic Chemistry Course. *Journal of Chemical Education*, *94*(2), 157-163. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00370
- Flipped Learning Network. (2014). The four pillars of FLIP.
- García-Martín, J., y García-Sánchez, J. N. (2015). Efectos positivos del uso de blogs y wikis en variables psicoeducativas: Revisión de estudios internacionales (2010-2013). *Estudios Sobre Educacion*, *29*, 103-122. https://doi.org/10.15581/004.29.103-122
- Gardner, A. P., Willey, K., Vessalas, K., y Li, J. (2014). Experiences with flipped learning in subjects in consecutive stages of a Civil Engineering programme. *AAEE-Annual Conference of Australasian Association for Engineering Education*.
- Gnaur, D., y Hüttel, H. (2014). How a flipped learning environment affects learning in a course on theoretical computer science. En C. Springer (Ed.), *International Conference on Web-Based Learning* (pp. 219-228). https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-09635-3 25
- Hew, K. F., y Lo, C. K. (2018). Flipped classroom improves student learning in health professions education: A meta-analysis. *BMC Medical Education*, 18(1), 1-12. https://doi.org/10.1186/s12909-018-1144-z
- Ihm, J., Choi, H., y Roh, S. (2017). Flipped-learning course design and evaluation through student self-assessment in a predental science class. *Korean Journal of Medical Education*, 29(2), 93-100. https://doi.org/10.3946/kjme.2017.56
- Ismatovna, B. S. (2022). Implementation of Flipped Learning Classroom in Academic Context of Higher Education. *International Journal on Integrated Education*, *5*(2), 123-126.
- Kim, H. S., Kim, M. Y., Cho, M. K., y Jang, S. J. (2017). Effectiveness of applying flipped learning to clinical nursing practicums for nursing students in Korea: A randomized controlled trial. *International Journal of Nursing Practice*, 23(5), 1-10. https://doi.org/10.1111/ijn.12574
- Kim, J. (2017). A study of students' perspectives on a flipped learning model and associations among personality, learning styles and satisfaction. *Innovations in Education and Teaching International*, 1-11. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/14703297.2017.1286998
- Kim, J. A., Heo, H. J., y Lee, H. (2015). Effectiveness of flipped learning in project management class. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, *9*(2), 41-46. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14257/ijseia.2015.9.2.04
- Lee, J. (2023). Flipped Learning. En I. J. (eds. . O. Zawacki-Richter (Ed.), *Handbook of Open, Distance and Digital Education* (pp. 1179-1196).

- https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-19-2080-6_69
- Lee, J., y Choi, H. (2019). Rethinking the flipped learning pre-class: Its influence on the success of flipped learning and related factors. *British Journal of Educational Technology*, *50*(2), 934-945. https://doi.org/10.1111/bjet.12618
- Lee, J., Lim, C., y Kim, H. (2017). Development of an instructional design model for flipped learning in higher education. *Educational Technology Research and Development*, 65, 427–453. https://doi.org/10.1007/s11423-016-9502-1
- Li, R., Lund, A., y Nordsteien, A. (2021). The link between flipped and active learning: a scoping review. *Teaching in Higher Education*, 1-35. https://doi.org/10.1080/13562517.2021.1943655
- Marín, V. I. (2022). La revisión sistemática en la investigación en Tecnología Educativa: observaciones y consejos The systematic review in Educational Technology research: observations and advice. *RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 13, 62-79. https://doi.org/10.6018/riite.533231
- Melo, L., y Sánchez, R. (2017). Análisis de las percepciones de los alumnos sobre la metodología flipped classroom para la enseñanza de técnicas avanzadas en laboratorios de análisis de residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes. *Educación Química*, 28(1), 30-37.
- Mennella, T. A. (2016). Comparing the Efficacy of Flipped vs. Alternative Active Learning in a College Genetics Course. *The American Biology Teacher*, *78*(6), 471-479. https://doi.org/10.1525/abt.2016.78.6.471
- Monson, C., Army, U. S., y Anderson, A. K. (2015). Improving the Understanding of BIM Concepts Through a Flipped Learning Lab Environment: A Work in Progress. *122nd ASEE Annual Conference & Exposition*.
- Murphy, J., Chang, J. M., y Suaray, K. (2016). Student performance and attitudes in a collaborative and flipped linear algebra course. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 47*(5), 653-673. https://doi.org/10.1080/0020739X.2015.1102979
- Nederveld, A., y Berge, Z. L. (2015). Flipped learning in the workplace. *Journal of Workplace Learning*, 27(2), 162-172.
- Ng, V., Huang, R. L., Hong, L. C., y KunHong, L. (2016). Are my students ready: A case of flipped learning in an IT subject. *Proceedings of the 2016 International Conference on e-Learning (ICEL)*, 107-114.
- Noschese, F. (2011). Action-Reaction: Reflections on the dynamics of teaching. En *Khan Academy: My final remarks*.
- O'Connor, E. E., Fried, J., McNulty, N., Shah, P., Hogg, J. P., Lewis, P., Zeffiro, T., Agarwal, V., y Reddy, S. (2016). Flipping Radiology Education Right Side Up. *Academic Radiology*, 23(7),

- 810-822. https://doi.org/10.1016/j.acra.2016.02.011
- O'Flaherty, J., y Phillips, C. (2015). The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *The Internet and Higher Education*, *25*, 85-95.
- Pence, P. L. (2016). «Flipping» a first-year medical-surgical associate degree registered nursing course: A 2-year pilot study. *Teaching and Learning in Nursing*, 11(2), 52-57. https://doi.org/10.1016/j.teln.2015.12.006
- Pinos-Vélez, V., Quinde-Herrera, K., Abril-Ulloa, V., Moscoso, B., Carrión, G., y Urgilés, J. (2020). Designing the Pre-Class and Class to Implement the Flipped Learning Model in a Research Methodology Course. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 15(1), 43-49. https://doi.org/10.1109/RITA.2020.2978422
- Quinde-Herrera, K., Esteve-González, V., y Valls-Bautista, C. (2022). Pautas para el diseño instruccional bajo del modelo flipped learning en educación superior: Análisis desde el modelo ADDIE. En C. Grimalt-Álvaro, L. Marqués-Molías, R. Palau, J. Holgado, C. Valls-Bautista, & C. Hernández-Escolano (Eds.), *Tecnología educativa para los retos de la era digital* (pp. 93-105).
- Quinde-Herrera, K., Esteve-González, V., y Valls-Bautista, C. (2023). Diseño y validación de un prototipo instruccional para aplicar el modelo flipped learning en educación superior. *UTE Teaching & Technology (Universitas Tarraconensis)*, 1, 30-48. https://doi.org/https://doi.org/10.17345/ute.2022.2.3208
- Sánchez-Soto, L., y García-Martín, J. (2022). El impacto psicoeducativo de la metodología Flipped Classroom en la Educación Superior: una revisión teórica sistemática. 34(1), 217-229. https://doi.org/https://doi.org/10.5209/rced.77299
- Soleymani, S., Aliabadi, K., Zaraii Zavaraki, I., y Delavar, A. (2022). *Designing and Validating a Flipped Learning Pattern to Enhance Problem-Based Teaching in Higher Education Instructors for Teaching the English Language*. 9, 73-100. https://doi.org/10.30479/jmrels.2022.15926.1927
- Urgilés, J., Carrión, G., Pinos-Vélez, V., Abril-Ulloa, V., y Quinde, K. (2019). Experiences in the application of the Flipped Learning model in a Music Technology course. *Maskana*, *10*(2), 15-20. https://doi.org/10.18537/mskn.10.02.02

Para citar este artículo:

Quinde-Herrera, K., Pinos-Vélez, V., Esteve-González, V., y Valls-Bautista, C. (2023). Aprendizaje invertido en Educación Superior: Una revisión de alcance de la implementación. *Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (84), 18-34. https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84.2785

EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa



Número 84 - Junio 2023

Estado del arte sobre el uso de la realidad virtual, la realidad augmentada y el video 360° en educación superior

State of the art on the use of virtual reality, augmented reality and 360° video in higher education

Gustavo Adolfo Angulo Mendoza; gangulo@teluq.ca

François Lewis ; lewis.francois@univ.teluq.ca

Patrick Plante; patrick.plante@teluq.ca

Caroline Brassard; <u>caroline.brassard@teluq.ca</u>

Université TELUQ (Canadá)

Resumen

Las tecnologías inmersivas están cada vez más presentes en los establecimientos de educación superior. Sin embargo, creemos que es pertinente hacer un balance del impacto de estas tecnologías en la transferencia de conocimientos a los estudiantes, así como de los riesgos y limitaciones inherentes a su uso. Esta revisión de literatura basada en el método EPPI (Evidence for Policy and Practice Information and Co-ordinating) tiene como objetivo establecer el estado actual del conocimiento de las modernas tecnologías inmersivas en la educación superior. Nos centramos en la realidad virtual, la realidad aumentada y el vídeo 360°. Hemos reducido el alcance de la búsqueda seleccionando los estudios que utilizan un casco autónomo del tipo Head-Mounted Display (HMD) o gafas de realidad aumentada. El número total de artículos seleccionados para la revisión se limitó a cuarenta (40). Los resultados nos permitieron identificar los atributos y mecanismos relacionados con las aplicaciones virtuales, y describir sus ventajas y limitaciones para el aprendizaje. Las aplicaciones educativas basadas en tecnologías inmersivas deben crearse teniendo en cuenta los intereses y las capacidades de los alumnos. Tanto el escenario como el diseño del artefacto deben adaptarse a las competencias críticas que se quieren transferir a los aprendices.

Palabras clave: Realidad virtual, Realidad augmentada, Video 360°, Educación superior

Abstract

Immersive technologies are increasingly present in higher education institutions. However, we believe it is pertinent to take stock of the impact of these technologies on the transfer of knowledge to students, as well as the risks and limitations inherent in their use. This literature review based on the EPPI (Evidence for Policy and Practice Information and Co-ordinating) method aims to establish the current state of knowledge on modern immersive technologies in higher education. We focused on virtual reality, augmented reality and 360° video. We narrowed the scope of the search by selecting studies that used stand-alone Head-Mounted Display (HMD) headsets or augmented reality glasses. The total number of articles selected for review was limited to forty (40). The results allowed us to identify the attributes and mechanisms related to virtual applications, and to describe their advantages and limitations for learning. Educational applications based on immersive technologies should be created with the interests and capabilities of the learners in mind. Both the scenario and the design of the artifact must be adapted to the critical competencies to be transferred to the learners.

Keywords: Virtual Reality, Augmented Reality, Augmented Reality, 360° Video, Higher Education



DOI: https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84.2769

Página 35 Recibido: 21-01-2023 Aceptado: 08-06-2023

1. INTRODUCCIÓN

A principios del siglo XXI, la creación de entornos virtuales inmersivos fue posible para el público general gracias a la disponibilidad de las primeras plataformas accesibles en línea. Por ejemplo, Second Life®, lanzada en 2003, es una plataforma multimedia en línea que permite al usuario crear un avatar y darle vida en un metaverso, es decir, un mundo virtual compartido y persistente (Hwang y Chien, 2022). Desde entonces, el uso de estos entornos en contextos de enseñanza y de formación se ha popularizado entre los más tecnófilos del sector (Fourtané, 2022). Para aumentar la sensación de presencia, algunos entusiastas de la tecnología han utilizado Second Life® para crear aulas virtuales y avatares para impartir cursos a distancia (Ritzema y Harris, 2008).

Sin embargo, la creación de la ilusión de que estamos presentes en un entorno recreado no es una idea nueva. En el siglo XIX, los murales panorámicos de 360 grados llamados cicloramas, se utilizaban para dar la impresión de estar presenciando un acontecimiento o una escena histórica. En 1838, Charles Wheatstone inventó el estereoscopio, que permitía al cerebro transformar las imágenes bidimensionales de cada ojo en un único objeto tridimensional. En 1929, Edward Link creó el *Link Trainer*: el primer simulador de vuelo comercial, que se utilizó para entrenar a más de 500.000 pilotos durante la Segunda Guerra Mundial. En 1939, William Gruber desarrolló el *View-Master*, el precursor del *Google Cardboard*® y de los modernos auriculares de realidad virtual para teléfonos móviles (Plante y Angulo, 2021).

Estos desarrollos tecnológicos, originalmente destinados al entretenimiento, han tenido otros usos, especialmente en el aprendizaje (Gnanadurai et al., 2022). De hecho, el uso de tecnologías inmersivas en la educación y la formación ha crecido significativamente en el último decenio (Freina y Ott, 2015; Jensen y Konradsen, 2018). Por tecnologías inmersivas entendemos las aplicaciones tecnológicas que pueden mejorar la experiencia educativa y el desarrollo de habilidades, como la realidad virtual (RV), la realidad aumentada (RA), la realidad mixta (RM), el vídeo de 360 grados y la telepresencia.

Algunas investigaciones (por ejemplo, Wall-Lacelle et al., 2021) demuestran que, en la enseñanza de las ciencias naturales, las tecnologías inmersivas facilitan la observación y la interacción con objetos virtuales y el uso de equipos de laboratorio en un entorno seguro y sin consecuencias. En el ámbito de las ciencias sociales, las tecnologías inmersivas tienen el potencial de fomentar el desarrollo de competencias profesionales y proporcionar una experiencia de aprendizaje auténtica (Marceaux y Dion-Gauvin, 2021).

Las modernas tecnologías virtuales son cada vez más populares en los establecimientos de enseñanza superior. Sin embargo, la mera disponibilidad de estas tecnologías no garantiza su uso pertinente y eficaz desde un punto de vista pedagógico. En efecto, la integración de estas tecnologías enfrenta varios retos: las competencias tecnopedagógicas necesarias para diseñar las aplicaciones son variadas y evolucionan rápidamente, el personal especializado para el diseño y la asistencia técnica es escaso, los costes asociados a la adquisición e implantación de las tecnologías virtuales son elevados, y la aceptabilidad social es escasa, debido principalmente a la falta de estudios rigurosos sobre la eficacia de la transferencia de conocimientos de estas tecnologías (Butti et al., 2020).

En primer lugar, conviene definir el objeto del estudio, ya que las tecnologías virtuales difieren en varios aspectos y los términos utilizados en este campo no son consensuados. En este estudio, nos interesan especialmente las siguientes tecnologías: la realidad virtual, la realidad augmentada y el video 360°.

La realidad virtual se define como un mundo enteramente diseñado con objetos irreales y digitales. En combinación con un casco autónomo del tipo *Head-Mounted Display* (HMD), la realidad virtual es la tecnología más inmersiva, ya que aísla al usuario de la realidad (Wang et al., 2018). La realidad aumentada, en cambio, añade información, superponiéndola en las lentes de las gafas de realidad aumentada. La realidad aumentada se sitúa entre el mundo real y la realidad virtual y es menos inmersiva. El vídeo 360° asociado a un casco HMD, permite a una persona sumergirse dentro de una escena real o artificial. Esta tecnología permite al usuario explorar lugares remotos, como museos o mundos creados virtualmente, e incluso ver una operación quirúrgica en tiempo real, utilizando diversos controles.

Hemos seleccionado sólo los estudios que se centran en la utilización de un casco autónomo del tipo *Head-Mounted Display* (HMD) o de gafas de realidad aumentada con aplicaciones virtuales. Los cascos HMD aíslan al usuario del mundo real y le permiten libertad de movimiento (p. e. Oculus Rift®, Oculus Quest® y Vive HTC®). Por otro lado, las gafas asistidas permiten la superposición de información en las lentes (p. e. HoloLens de Microsoft®).

Varios autores mencionan las ventajas de las tecnologías inmersivas en la educación, mientras que otros son más críticos. Teniendo en cuenta estos puntos de vista divergentes, creemos que es pertinente responder a la siguiente pregunta: ¿Son las tecnologías inmersivas eficaces y accesibles en contextos educativos donde los recursos son limitados, y sería posible optimizar la dimensión pedagógica de las aplicaciones inmersivas?

Para intentar responder a esta pregunta, realizamos una revisión de la literatura concluyendo con nuevas preguntas de investigación y comentarios de reflexión.

2. MÉTODO

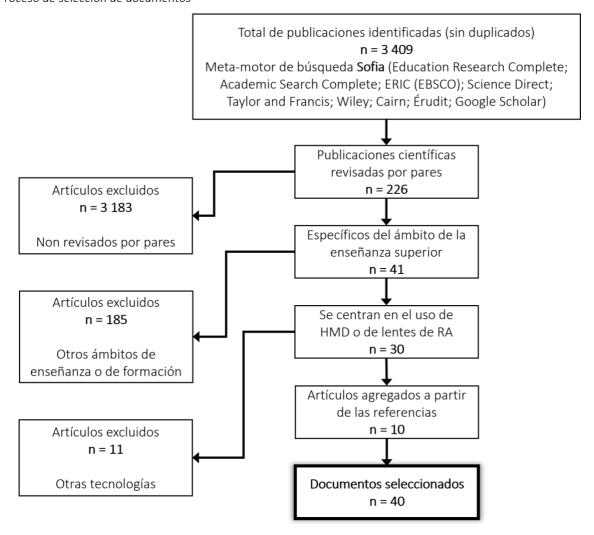
La metodología utilizada para la revisión se divide en tres etapas: En primer lugar, realizamos un análisis de documentos según el método EPPI (*Evidence for Policy and Practice Information and Co-ordinating*) (Gough, Oliver y Thomas, 2017). Luego, agrupamos por temas el corpus de información recogida. Por último, enunciamos algunas recomendaciones y mecanismos relevantes para el diseño y uso de aplicaciones educativas en realidad inmersiva.

A continuación, se detallan los pasos del proceso de revisión EPPI que hemos utilizado:

- 1. Definir la pregunta de investigación.
- 2. Seleccionar las bases de datos pertinentes.
- 3. Elegir descriptores (palabras clave) para cada base de datos.
- 4. Definir los criterios de inclusión.
- 5. Realizar la búsqueda sistemática.
- 6. Importar los resultados.
- 7. Análisis y selección de documentos.

La figura 1 muestra el proceso de selección de los 40 textos retenidos. En primer lugar, utilizamos la herramienta de búsqueda *Sofia*, que permite acceder a las colecciones documentales de las bibliotecas de todas las universidades de la provincia de Quebec (Canadá).

Figura 1Proceso de selección de documentos



Luego, realizamos la búsqueda utilizando los operadores descriptivos adecuados según la pregunta de investigación. Los artículos debían estar disponibles en inglés o francés, las dos lenguas oficiales de Canadá. Estas son las expresiones de búsqueda utilizadas:

- (KW: réalité virtuelle OR KW: Virtual reality) AND (KW: higher education OR KW: enseignement supérieur)
- (KW: réalité augmentée OR KW: augmented reality AND (KW: higher education OR KW: enseignement supérieur)
- (KW: vidéo 360 OR KW: 360 video AND (KW: higher education OR KW: enseignement supérieur)

En principio se recuperaron 3 409 artículos no duplicados de todas las bibliotecas disponibles en la herramienta de búsqueda *Sofia*. El corpus fue reducido según los criterios de inclusión

identificados. En primer lugar, fueron excluidos los artículos que no fueron sometidos a un proceso de evaluación por pares (n = 3 183). Luego, fueron excluidos aquellos artículos que estudiaban las tecnologías inmersivas en ámbitos diferentes a la educación superior (n = 185) y los que no se centraban en el uso de un casco autónomo del tipo *Head-Mounted Display* (HMD) o de gafas de realidad aumentada (n = 11). Finalmente fueron incluidos 10 artículos identificados a partir de las listas de referencias de los documentos retenidos hasta el momento. De este modo, el número total de artículos seleccionados para la revisión se limita a cuarenta (40). En este documento se condensa la totalidad de las referencias retenidas: https://monurl.ca/eferenciastecnoinmersivas

El 28% de los artículos seleccionados proceden principalmente de dos países: China (6) y Estados Unidos (5). El resto de los artículos se distribuye de la siguiente manera: Europa (16), Oriente Medio (4), Asia (4), Canadá (3), Chile (1) y Australia (1).

La información obtenida del análisis de los artículos se agrupó por temas:

- Diseño tecnopedagógico e integración de la dimensión pedagógica
- Teorías y conceptos
- Metodologías de evaluación
- Motivación
- Colaboración

Se presenta un resumen de las ventajas así como de los riesgos y limitaciones asociados al uso de estos dispositivos.

3. RESULTADOS

Al seleccionar los estudios científicos que se interesan a las tecnologías inmersivas, nos hemos centrado en los artículos que aportan elementos de respuesta a la pregunta de investigación, en particular, aquellos que presentan las etapas de diseño e integración de los componentes pedagógicos, así como los artículos que describen el método que los autores utilizaron para evaluar la capacidad de transferencia de conocimientos y adquisición de nuevas competencias. A continuación presentamos los datos recogidos en los artículos según las cinco categorías previamente identificadas. Por último, enumeramos las ventajas y limitaciones inherentes a las aplicaciones de realidad inmersiva.

3.1. Diseño tecnopedagógico e integración de la dimensión pedagógica

El diseño y la integración de la dimensión pedagógica en las aplicaciones de realidad virtual es un aspecto fundamental que se aborda en los estudios revisados. Este aspecto se refiere a la importancia de crear entornos virtuales que fomenten el aprendizaje y se alineen con los objetivos pedagógicos específicos del curso. Al diseñar aplicaciones de realidad virtual centradas en la dimensión pedagógica, los investigadores y docentes buscan aprovechar el potencial inmersivo de esta tecnología para ofrecer experiencias de aprendizaje más atractivas e interactivas. Esto implica tener en cuenta las teorías del aprendizaje, los métodos pedagógicos y los contenidos disciplinares al crear entornos virtuales. Al integrar

cuidadosamente estas dimensiones pedagógicas, las aplicaciones de realidad virtual pueden mejorar la adquisición de conocimientos, la retención de información, la resolución de problemas y el desarrollo de habilidades prácticas entre los estudiantes universitarios.

Dentro de los 40 artículos revisados, 26 de ellos se enfocan en el diseño y la integración de la dimensión pedagógica en las aplicaciones inmersivas. Estas aplicaciones abarcan diversos campos, como la medicina, el arte, la historia y la arqueología, especialmente en el contexto de visitas virtuales a museos o sitios antiguos remotos.

Es importante destacar que los diseñadores de aplicaciones educativas en realidad inmersiva deben centrarse en la transferencia efectiva de conocimientos y habilidades. Sin embargo, se observa que pocas aplicaciones se basan en las teorías del aprendizaje. Por lo tanto, es crucial resaltar la necesidad de incorporar dichas teorías en el proceso de diseño. Además, se debe tener en cuenta que la creación de un proyecto tecnopedagógico requiere un riguroso proceso de gestión de proyectos. Esto implica una fase de planificación, donde se identifica el público objetivo, los conocimientos que se van a transferir, las teorías y conceptos relevantes de la disciplina específica, el presupuesto asignado , entre otros aspectos. Asimismo, se debe prestar especial atención a los riesgos asociados con esta modalidad de formación, especialmente durante el análisis y el diseño del proyecto.

Por otro lado, se encontró que 14 de los 40 artículos abordan la cuestión de la carga cognitiva como un factor clave a considerar en el diseño de las aplicaciones. Es fundamental evitar una alta carga cognitiva mediante la planificación progresiva de las actividades de aprendizaje. En este contexto, la colaboración con el personal docente resulta esencial.

En cuanto a las tecnologías utilizadas en el diseño de aplicaciones virtuales, se observa una variedad de opciones. El software más citado en el desarrollo de aplicaciones son el motor de juegos *Unity*® (19/40), *Leap Motion*® (8/40) y *Vuforia*® (8/40). Sin embargo, se destaca que la adopción de este tipo de *software* sigue siendo un proceso complejo y no está al alcance de todos los docentes. Se mencionan pocos sistemas de autor en los artículos (Chang, 2020; Ille et al., 2021). Por otro lado, algunos investigadores (Han et al., 2021; Liangfu, 2021; Nijman et al., 2020; Tang et al., 2020) comparten sus herramientas de forma gratuita y en acceso abierto.

En cuanto a las aplicaciones en sí, se observa una amplia variedad, especialmente en el campo de la medicina donde se encontraron 20 de los 40 estudios revisados que abordan situaciones de aprendizaje. Por ejemplo, se incluyen aplicaciones relacionadas con el diagnóstico en neurología, el conocimiento de la anatomía, los trastornos psicóticos, el alivio del dolor, la intervención para eliminar las cataratas, así como el procedimiento de reanimación cardiopulmonar. Un ejemplo de esto es el estudio de Han et al. (2021), quienes han desarrollado y evaluado una aplicación de RV médica para la enseñanza de exámenes neurológicos (figura 2).

Figura 2

Herramienta de enseñanza de exámenes neurológicos basada en la realidad virtual (VRNET)



Otras áreas de estudio abarcan la ingeniería (Wang et al., 2018), el mantenimiento de turbinas de aviones (Xie et al., 2019), los procedimientos de extinción de incendios (Paszkiewicz et al., 2021), la comprensión de la dinámica de la transferencia de calor en los metales (Radianti et al., 2020), diseño (Tang et al., 2020) y robótica (Altinpulluk, 2019). Por ejemplo, la aplicación de Paszkiewicz et al. (2021) simula un procedimiento de extinción de un incendio en una fábrica. La tarea más compleja es seleccionar el extintor adecuado entre tres clases de extintores. Según el estudio, inicialmente se proporcionó formación sobre el uso de la RV , donde los participantes aprendieron los principios de movimiento en el entorno virtual y el manejo del dispositivo. Posteriormente, cada uno de los participantes debía realizar todos los ejercicios en secuencia, es decir, detener la máquina, localizar y seleccionar el extintor adecuado, alcanzarlo, sacarlo de la caja y extinguir el fuego, sin cambiar los pasos y sin la intervención de un instructor (figura 3).

Figura 3

Elementos seleccionados del entorno de RV dedicados a la formación para la extinción de un incendio existente: activación manual de la alarma de incendios y selección de extintores (Paszkiewicz et al., 2021)



3.2. Teorías y conceptos

Las teorías y conceptos utilizados en las investigaciones examinadas son un aspecto importante del análisis y la explicación de los resultados. Los investigadores utilizan diversos marcos de referencia para estudiar las aplicaciones de la realidad virtual en la enseñanza universitaria. El uso de estas teorías y conceptos aporta una sólida perspectiva teórica al análisis de los resultados y profundiza la comprensión de los efectos de la realidad virtual en la educación superior.

La investigación sobre el uso de las tecnologías inmersivas se caracteriza por una atención marcada por el aspecto técnico. Sin embargo, es importante que los investigadores justifiquen la pertinencia de su estudio de forma científica, pragmática y significativa. Los modelos conceptuales son esenciales para la comprensión de los fenómenos estudiados. Las principales perspectivas teóricas y conceptuales movilizadas en los artículos seleccionados son:

• Multimedia Cone of Abstraction (referenciado en 9 estudios): Las técnicas multimedia avanzadas ofrecen un importante potencial de aprendizaje. Dale (1969) desarrolló una herramienta conceptual y metodológica que llamó Cono de Experiencia (CoE): una jerarquía de experiencias de aprendizaje que van desde la participación directa hasta la expresión simbólica abstracta. Baukal et al. (2013) realizaron una actualización del Cono de Experiencia para adaptarlo al contexto tecnológico y de aprendizaje actual, centrándose específicamente en el uso de los recursos multimedia en la enseñanza y el aprendizaje. Esta nueva jerarquía, denominada Cono de Abstracción Multimedia (MCoA), tiene menos niveles primarios que el Cono de Experiencia de Dale (1969) pero muchos más niveles totales debido a los múltiples subniveles potenciales. El propósito del Cono de Abstracción Multimedia es ayudar a los diseñadores de contenidos educativos a seleccionar los recursos tecnológicos apropiados para un contexto de aprendizaje determinado.

Figura 4

Cono de Abstracción Multimedia (MCoA) propuesto por Baukal et al. (2013)



La figura 4 muestra el Cono de Abstracción Multimedia (MCoA) propuesto por Baukal et al. (2013). Cuanto más cerca de la parte inferior del cono, más realista es la representación; cuanto más cerca de la parte superior, más abstracta.

- Modelo ARCS (referenciado en 7 estudios): El modelo ARCS de motivación fue desarrollado por Keller (1987) como respuesta a la necesidad de encontrar formas más eficaces de comprender las principales influencias sobre la motivación para aprender, así como formas sistemáticas de identificar y resolver problemas de motivación para el aprendizaje. El modelo resultante contiene una síntesis de variables de cuatro categorías (Atención, Relevancia, Confianza, Satisfacción) que abarca la mayoría de las áreas de investigación sobre la motivación humana, y un proceso de diseño motivacional que es compatible con los modelos típicos de diseño instruccional. Según Keller (1987), es necesario desarrollar un entorno de aprendizaje adecuado y motivador para los aprendices, proporcionar un entorno que dé al aprendiz confianza y apoyo para el aprendizaje y, en última instancia, que el aprendiz esté satisfecho con la experiencia y consciente de los beneficios que obtendrá cuando complete la experiencia de aprendizaje. Tras su desarrollo, el modelo ARCS se probó en dos programas de formación de docentes. Basándose en los resultados de estas pruebas de campo, el Modelo ARCS parece proporcionar una ayuda útil a diseñadores instruccionales y docentes, y justifica más estudios controlados de sus atributos críticos y áreas de eficacia.
- La teoría de la adaptación de la comunicación (referenciada en 4 estudios): Esta teoría, propuesta por Giles y Ogay (2007), se basa en la idea de que las personas adaptan su comunicación en función de con quién hablan. La teoría de la adaptación de la comunicación ofrece un amplio marco destinado a predecir y explicar muchos de los ajustes que realizan los individuos para crear, mantener o disminuir la distancia social en la interacción. Esta teoría permite explorar las distintas formas en que acomodamos nuestra comunicación, nuestras motivaciones para hacerlo y las consecuencias. La teoría de la adaptación de la comunicación aborda cuestiones de comunicación interpersonal, pero también las vincula con el contexto más amplio de lo que está en juego en un encuentro intergrupal. En otras palabras, a veces nuestras comunicaciones están impulsadas por nuestras identidades personales y en otras ocasiones, a veces dentro de la misma interacción, nuestras palabras, gestos no verbales y comportamiento están impulsados por nuestras identidades sociales como miembros de un grupo.
- La teoría de la mente (referenciada en 4 estudios): Premack y Woodruff (1978) proponen que un individuo tiene una teoría de la mente si se atribuye estados mentales a sí mismo y a los demás. Un sistema de inferencias de este tipo se considera propiamente una teoría porque esos estados no son directamente observables y el sistema puede utilizarse para hacer predicciones sobre el comportamiento de los demás. Por su parte, la teoría del reconocimiento de los estados afectivos es la capacidad de reconocer las emociones a partir de las expresiones faciales.
- Csikszentmihalyi et al. (2014), presentan la teoría motivacional del flow (referenciada en 3 estudios), que postula que una actividad placentera aporta motivación intrínseca. Según el autor, el individuo no busca otra sensación que el simple placer. El flow es un estado subjetivo que las personas manifiestan cuando están completamente implicadas en algo hasta el punto de olvidar el tiempo, el cansancio y todo lo demás excepto la propia actividad. La característica que define el flow es la intensa implicación experiencial en la actividad momento a momento. La atención se invierte por completo en la tarea que se está realizando y la persona funciona al máximo de su capacidad. Durante el flow, solemos

experimentar una sensación de control o, más exactamente, una falta de ansiedad por perder el control, que es típica de muchas situaciones de la vida normal.

- La teoría de la carga cognitiva (Sweller, 1988) se basa en la arquitectura cognitiva humana.
 Según esta teoría (referenciada en 8 estudios), las actividades de enseñanza desempeñan un papel importante en el aumento de la capacidad de la memoria de trabajo. La memoria de trabajo se utiliza para almacenar una cantidad limitada de información, que manipulamos y retenemos durante un breve periodo de tiempo para realizar tareas de pensamiento y razonamiento.
- La perspectiva constructivista (explícitamente referenciada en 29 estudios) se basa principalmente en la construcción del conocimiento por parte del individuo, quien es consciente de lo que ocurre en su mente y utiliza sus facultades cognitivas a partir de los conocimientos existentes, especialmente en el aprendizaje por descubrimiento o por resolución de problemas.
- El conectivismo (referenciado en 4 estudios), en cambio, se basa en la importancia de tener acceso a la información en lugar de poseerla. Wang et al. (2018) mencionan que con la realidad aumentada los alumnos tienen acceso a información relevante en cualquier momento.

3.3. Metodologías de evaluación

Las metodologías de evaluación son un aspecto crucial de los estudios revisados para medir la eficacia de las aplicaciones de realidad virtual en la educación. Los investigadores utilizan diversos métodos, técnicas y procedimientos para evaluar los resultados obtenidos. Entre los enfoques que pueden utilizarse se encuentran las evaluaciones cuantitativas, que se basan en medidas objetivas y datos numéricos para evaluar el rendimiento de los alumnos, como pruebas de conocimientos o cuestionarios con escalas. También pueden utilizarse evaluaciones cualitativas, que recogen datos subjetivos, como entrevistas, observaciones o diarios, para conocer en profundidad las experiencias y percepciones de los alumnos. Alternativamente, los investigadores pueden utilizar métodos mixtos, combinando enfoques cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión más completa de los efectos de las aplicaciones de realidad virtual en la enseñanza universitaria.

Una de las ventajas del uso de aplicaciones tecnológicas en contextos educativos es su potencial para ajustarse al ritmo y a las capacidades de aprendizaje de cada individuo. Por otro lado, es muy importante evaluar su eficacia. El método de evaluación más citado es el método experimental (en 35/40 artículos), en el que los investigadores comparan los sujetos de un grupo experimental y un grupo de control antes y después del experimento.

Los instrumentos utilizados para la recogida de datos son principalmente los cuestionarios y las encuestas. Las técnicas de análisis empleadas se basan en la comparación de datos cualitativos y cuantitativos. Cuando se emplea la estadística inferencial (20/40 estudios), los investigadores utilizan un valor p inferior a 0,05 para considerar sus datos estadísticamente significativos.

3.4. Motivación

La investigación sobre el uso de tecnologías inmersivas en educación superior destaca los efectos de las aplicaciones de realidad virtual en la motivación, la implicación, la persistencia y el rendimiento de los estudiantes. La realidad virtual proporciona un entorno inmersivo e interactivo que suele despertar un gran interés en los estudiantes, animándolos a implicarse más en sus actividades de aprendizaje. El aspecto lúdico e innovador de la realidad virtual puede aumentar la motivación intrínseca de los estudiantes al proporcionarles experiencias de aprendizaje estimulantes y atractivas.

Las aplicaciones de realidad virtual suelen permitir una mayor personalización del aprendizaje, dando a los estudiantes la oportunidad de explorar y descubrir los ambientes virtuales a su propio ritmo, lo que podría tener un efecto positivo sobre su motivación. La interacción y la inmersión en entornos virtuales también pueden estimular la implicación de los estudiantes, fomentando una mayor concentración y participación activa. El uso de la realidad virtual puede fomentar la perseverancia de los alumnos al proporcionarles retos apropiados y permitirles superar obstáculos en un mundo virtual.

La motivación es uno de los aspectos más mencionados en los documentos seleccionados. Diecinueve (19/40) artículos abordan este tema. Estos son las cinco conclusiones más mencionadas en torno a la motivación en un contexto de utilización de tecnologías inmersivas:

- 1. Las tecnologías inmersivas mejoran la motivación y la perseverancia de los alumnos durante el aprendizaje (15).
- 2. La satisfacción y la motivación son factores importantes para un aprendizaje eficaz (15).
- 3. Una de las ventajas de la realidad virtual es la posibilidad de hacer que el aprendizaje sea agradable y, por tanto, mejorar la experiencia del usuario y aumentar la motivación (15).
- 4. Las tecnologías inmersivas mejoran la confianza y la sensación de que uno es capaz de tener éxito en el proceso (8).
- 5. Los jóvenes que se incorporan a los centros educativos responden positivamente a las nuevas tecnologías, ya que han estado interactuando con la información digital desde una edad temprana (4).

3.5. Colaboración

Este aspecto pone de relieve el potencial de las tecnologías inmersivas, como la realidad virtual, para fomentar el aprendizaje colaborativo. Las aplicaciones de realidad virtual ofrecen oportunidades únicas para que los estudiantes trabajen juntos, compartan conocimientos, intercambien ideas y resuelvan problemas en colaboración. A través de entornos virtuales compartidos e interactivos, los estudiantes pueden interactuar y colaborar en tiempo real, incluso a distancia, ampliando las oportunidades de aprendizaje más allá de las limitaciones geográficas y temporales. La realidad virtual permite crear simulaciones de situaciones de la vida real en las que los estudiantes pueden colaborar para resolver problemas complejos, desarrollar habilidades de trabajo en equipo y mejorar su capacidad para comunicarse eficazmente.

Los alumnos que utilizan una aplicación virtual multiusuario experimentan un mayor estrés, principalmente por el espíritu competitivo. Por otra parte, las tecnologías inmersivas permiten crear una comunidad que promueve los intercambios, y la competencia mejora el potencial de aprendizaje (Du et al., 2020). Según los resultados de los documentos seleccionados (12/40 estudios), la colaboración a través de las tecnologías inmersivas permite resolver problemas complejos en grupo y aumenta la capacidad de comunicación y colaboración con personas en lugares remotos. Esto proporciona una oportunidad para que los estudiantes de las regiones apartadas continúen sus estudios. También existe la posibilidad de que alumnos de distintos países compartan experiencias.

3.6. Ventajas del uso pedagógico de las tecnologías inmersivas

Las ventajas hacen referencia a los beneficios, los factores que estimulan el uso y el valor añadido de las tecnologías inmersivas en la enseñanza superior. Las aplicaciones de realidad virtual ofrecen una amplia gama de beneficios potenciales para estudiantes y profesores, en especial su potencial para mejorar la experiencia de aprendizaje, desarrollar habilidades y promover el rendimiento de los estudiantes.

Treinta y cuatro (34/41) artículos mencionan que las tecnologías inmersivas ofrecen interesantes beneficios para la enseñanza superior. Los presentamos según el número de artículos que los mencionan:

- Eficacia en la transferencia de nuevos conocimientos y en el aprendizaje de nuevas habilidades (14).
- Reducción de los costes de formación, especialmente en los laboratorios de ciencias puras y aplicadas, en el ámbito médico y cuando se visitan lugares remotos (10).
- Posibilidad para los aprendices de mejorar la comprensión de conceptos abstractos (8).
- Posibilidad de mejorar las habilidades cinestésicas y visoespaciales, especialmente en la manipulación minuciosa de objetos (7).
- Creación de un espacio de colaboración y promoción de la enseñanza interactiva (7).
- Estímulo a la función cognitiva y a las habilidades sociales (5).
- Posibilidad de proporcionar una enseñanza personalizada y de permitir a los aprendices practicar a su propio ritmo (4).
- Permite la experimentación sin los riesgos asociados, especialmente con sustancias peligrosas (4).
- Aumento de la motivación, la concentración, la confianza y el interés de los aprendices
 (4).

3.7. Limitaciones y riesgos asociados a las tecnologías virtuales

Toda tecnología tiene sus limitaciones y riesgos, y las tecnologías inmersivas no son la excepción. Este elemento hace referencia a las barreras, las dificultades y los potenciales peligros asociados al uso de tecnologías inmersivas en la enseñanza superior. A pesar de las numerosas ventajas, hay que tener en cuenta algunas limitaciones. Es importante explorar el alcance de estas limitaciones y riesgos para contribuir a una comprensión holística del uso de las tecnologías inmersivas en la enseñanza superior y favorecer de este modo el desarrollo de estrategias de mitigación adecuadas.

Veintiún (21/41) artículos mencionan un riesgo potencial asociado a las tecnologías inmersivas. Presentamos a continuación los riesgos y las limitaciones asociadas a las tecnologías virtuales según el número de artículos que los mencionan:

- Hay pocas aplicaciones inmersivas educativas en el mercado y los recursos especializados son escasos (7).
- El diseño es complejo y costoso y la aceptación social es baja (7).
- Los cascos autónomos del tipo *Head-Mounted Display* (HMD) pueden causar malestares (mareos, cansancio visual, nauseas) (6).
- No se puede concluir que haya transferencia de conocimientos (3).
- Riesgo de ciberadicción y problemas éticos (2).
- Aumento de la carga cognitiva de los alumnos si la aplicación está mal diseñada (2).

Las publicaciones analizadas señalan que el uso de tecnologías inmersivas en la educación superior está aún en una etapa muy temprana, y queda mucho por hacer para aprovechar todo su potencial. Se necesitan importantes inversiones en equipos y programas informáticos, y el profesorado y los estudiantes deben recibir formación para utilizar todas las funciones de estas tecnologías. Sin embargo, a medida que las tecnologías inmersivas sean más asequibles, es probable que aumente su uso en la enseñanza superior. Los autores coinciden en señalar que los recursos limitados son un verdadero reto para muchas instituciones de enseñanza superior, pero el uso de tecnologías inmersivas puede ser una herramienta valiosa para superar estos retos. A medida que la tecnología siga avanzando, es probable que cada vez más instituciones utilicen estas tecnologías para mejorar la calidad de la enseñanza que imparten.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La mayoría de los estudios que se han realizado sobre el uso pedagógico de las tecnologías inmersivas confirman que, si están bien diseñadas, las aplicaciones virtuales educativas son eficaces en términos de aprendizaje (Butti et al., 2020). Sin embargo, estas aplicaciones deben crearse teniendo en cuenta los intereses y las capacidades de los alumnos; de igual manera, es esencial que el escenario y el diseño del artefacto estén bien adaptados a las competencias críticas que se quieren transferir a los aprendices (Du et al., 2020). Por otro lado, se requiere tener precaución dado el potencial de abuso o de mal uso. Entre otras cosas, existen riesgos asociados a un diseño inadecuado, por lo que es esencial seguir investigando para evaluar los riesgos asociados al mal uso de las tecnologías (Freina y Ott, 2015).

Es importante hacer notar que el desarrollo de aplicaciones inmersivas sigue siendo costoso y complejo de diseñar y aplicar. Dado que la investigación sobre el tema es escasa, es esencial que se incremente la investigación en esta área de conocimiento. Las aplicaciones inmersivas, como todas las tecnologías educativas, son herramientas al servicio del ser humano. En ese sentido, el diseño de las aplicaciones educativas debe basarse, en primer lugar, en las teorías educativas. También deben crearse teniendo en cuenta las preferencias y capacidades de los alumnos (Gnanadurai et al., 2022).

El interés de las tecnologías inmersivas es poder reproducir una experiencia en un mundo imaginario con el objetivo de mejorar los conocimientos de los alumnos (Han et al., 2021). Estas

tecnologías ofrecen múltiples ventajas: reducción de costos de ciertos insumos para el aprendizaje de ciencias, reducción de desplazamientos, eliminación de riesgos en la manipulación de sustancias peligrosas, etc. (Hwang et al., 2022). Por otro lado, las tecnologías inmersivas comportan también ciertos riesgos, por lo tanto es conveniente crear un marco de utilización adecuada de estas herramientas, sobre todo en los centros educativos (Jensen y Konradsen, 2018).

Dentro de las limitaciones de esta revisión de literatura conviene señalar la disponibilidad limitada de estudios empíricos que investiguen la efectividad de las tecnologías inmersivas en la educación superior, debido a que estas aplicaciones son relativamente nuevas en este contexto. Este aspecto ha dificultado la inclusión de un número considerable de estudios relevantes. La variabilidad en los enfoques de implementación de las tecnologías inmersivas en la educación superior (diferentes tecnologías en disciplinas diferentes) dificulta también la comparación de los resultados de los estudios y la realización de conclusiones generales.

La medición del impacto de las tecnologías inmersivas en el aprendizaje puede ser un desafío debido a la variedad de factores que pueden influir en el aprendizaje de los estudiantes. Además, la mayoría de los estudios se enfocan en la satisfacción del estudiante o en la retención de conocimientos inmediatamente después del uso de las tecnologías, pero puede ser difícil medir su impacto a largo plazo.

Como posibles líneas de investigación futuras podemos señalar la realización de estudios longitudinales que sigan a los estudiantes durante varios semestres para medir el impacto a largo plazo de estas tecnologías. Resultaría interesante también desarrollar estudios comparativos sobre el impacto de diferentes enfoques de implementación de las tecnologías inmersivas en diferentes disciplinas para de esta forma identificar las mejores prácticas y los enfoques más efectivos. De igual manera, es importante abordar los aspectos de la accesibilidad para estudiantes con discapacidades o que provengan de contextos socioeconómicos desfavorecidos. Por último, conviene investigar con mayor profundidad la validez de las herramientas y los métodos de evaluación para medir la eficacia de las tecnologías inmersivas en contextos de educación superior.

5. REFERENCIAS

- Altinpulluk, H. (2019). Determining the trends of using augmented reality in education between 2006-2016. *Education & Information Technologies, 24*(2), 1089–1114. https://doi.org/10.1007/s10639-018-9806-3
- Baukal, C. E., Ausburn, F. B., y Ausburn, L. J. (2013). A proposed multimedia cone of abstraction: Updating a classic instructional design theory. *Journal of Educational Technology, 9*(4), 15-24. https://eric.ed.gov/?id=EJ1101723
- Butti, N., Biffi, E., Genova, C., Romaniello, R., Redaelli, D. F., Reni, G., Borgatti, R., y Urgesi, C. (2020). Virtual Reality Social Prediction Improvement and Rehabilitation Intensive Training (VR-SPIRIT) for paediatric patients with congenital cerebellar diseases: study protocol of a randomised controlled trial. *Trials*, 21(1), 1-12. https://doi.org/10.1186/s13063-019-4001-4

- Chang, C-Y., Debra Chena, C-L. et Chang, W-K (2019). Research on immersion for learning using virtual reality, augmented reality and mixed reality. *Enfance*, 3, 413 426. https://doi.org/10.3917/enf2.193.0413
- Csikszentmihalyi, M., Abuhamdeh, S., y Nakamura, J. (2014). Flow. En M. Csikszentmihalyi (Ed.), Flow and the foundations of positive psychology (pp. 227-238). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9088-8 15
- Dale E. (1969). *Audiovisual methods in teaching*. Dryden Press. https://eric.ed.gov/?id=ED043234
- Du, Y.-C., Fan, S.-C., y Yang, L.-C. (2020). The impact of multi-person virtual reality competitive learning on anatomy education: a randomized controlled study. *BMC Medical Education*, 20(1). https://doi.org/10.1186/s12909-020-02155-9
- Fourtané, S. (2022, 18 abril). Metaverse: The University Becomes the Metaversity. *Fierce Education*. https://www.fierceeducation.com/student-engagement/future-higher-eduniversity-becomes-metaversity
- Freina, L. y Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. *Proceedings of the 11th International Scientific Conference "eLearning and Software for Education"*, 1(20), 133-141. https://doi.org/10.12753/2066-026X-15-020
- Gnanadurai, J.B., Thirumurugan, S. et Vinothina, V. (2022). Exploring Immersive Technology in Education for Smart Cities. En S. Aurelia et S. Paiva. (Eds.), *Immersive Technology in Smart Cities. EAI/Springer Innovations in Communication and Computing* (pp. 1-25). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66607-1
- Giles, H., y Ogay, T. (2007). Communication Accommodation Theory. En B. B. Whaley y W. Samter (Eds.), *Explaining communication: Contemporary theories and exemplars* (pp. 293-310). Lawrence Erlbaum. https://folia.unifr.ch/documents/306470/files/2007_gilesogay_cat.pdf
- Gough, D., Oliver, S., y Thomas, J. (2017). Introducing systematic reviews. En D. Gough, S. Oliver y J. Thomas (Eds.), *An introduction to systematic reviews* (pp. 1-18) (3^a ed.). SAGE
- Han, S. G., Kim, Y. D., Kong, T. Y., y Cho, J. (2021). Virtual reality-based neurological examination teaching tool (vrnet) versus standardized patient in teaching neurological examinations for the medical students: a randomized, single-blind study. *BMC Medical Education*, 21(1). https://doi.org/10.1186/s12909-021-02920-4
- Hwang, G. J., y Chien, S. Y. (2022). Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100082
- Ille, S., Ohlerth, A.-K., Colle, D., Colle, H., Dragoy, O., Goodden, J., Robe, P., Rofes, A., Mandonnet, E., Robert, E., Satoer, D., Viegas, C. P., Visch-Brink, E., van Zandvoort, M. et Krieg, S. M. (2021). Augmented reality for the virtual dissection of white matter

- pathways. *Acta Neurochirurgica : The European Journal of Neurosurgery, 163*(4), 895–903. https://doi.org/10.1007/s00701-020-04545-w
- Jensen, L., y Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515-1529. https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of instructional development, 10*(3), 2-10. https://doi.org/10.1007/BF02905780
- Liangfu, J. (2021). Virtual reality action interactive teaching artificial intelligence education system. *Complexity*, *5553211*. https://doi.org/10.1155/2021/5553211
- Marceaux, J. y Dion-Gauvin, M-A. (2021, 10 de noviembre). *Intégration pédagogique des technologies immersives* [Presentación en diapositivas]. Conferencia *La grande famille des technologies immersives* en la serie *Technologies immersives et compétences*. Québec.
- Nijman, S. A., Veling, W., Greaves-Lord, K., Vos, M., Zandee, C. E. R., Aan het Rot, M., Geraets, C. N. W. et Pijnenborg, G. H. M. (2020). Dynamic interactive social cognition training in virtual reality (DiSCoVR) for people with a psychotic disorder: single-group feasibility and acceptability study. *JMIR Ment Health*, 7(8). https://doi.org/10.2196/17808
- Paszkiewicz, A., Salach, M., Dymora, P., Bolanowski, M., Budzik, G., y Kubiak, P. (2021). Methodology of implementing virtual reality in education for industry 4.0. Sustainability, 13(9), https://doi.org/10.3390/su13095049
- Plante, P. y Angulo, G. (2021, 7 de mayo). *Jeu sérieux et ludification : de la compréhension à l'expérimentation* [Presentación en diapositivas]. Conferencia presentada en el mes de la pedagogía Facultad de medicina de la Université Laval, Québec. https://r-libre.teluq.ca/2307/
- Premack, D., y Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and brain sciences, 1*(4), 515-526. https://doi.org/10.1017/S0140525X00076512
- Radianti, J., Majchrzak, T.A., Fromm, J. et Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computer & Education, 147.* https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778
- Ritzema, T., y Harris, B. (2008). The use of Second Life for distance education. *Journal of Computing Sciences in Colleges, 23*(6), 110-116. http://cs.potsdam.edu/faculty/laddbc/Teaching/Ethics/StudentPapers/2008Ritzema-TheUseOfSecondLifeForDistanceEducation.pdf
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load during Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285. https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90023-7

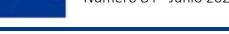
- Tang, Y. M., Au, K. M., Lau, H. C. W., Ho, G. T. S. et Wu, C. H. (2020). Evaluating the effectiveness of learning design with mixed reality (mr) in higher education. *Virtual Reality, 24*(4), 797–807. https://doi.org/10.1007/s10055-020-00427-9
- Wall-Lacelle, S., Poellhuber, B., Marquis, C. y Roy, N. (2021). Scénarisation pédagogique de simulations en réalité virtuelle au postsecondaire : « bons coups, bad coups » de la première itération d'une recherche collaborative. En P. Plante, M. Alexandre, C. Papi, A. Stockless y R. Grégoire (Eds.), Actas del Congreso ROC 2021 : Solidarités numériques en éducation : une culture en émergence (pp. 13-16). REFAD, ONE, CIRTA, Université TÉLUQ.
- Wang, M., Callaghan, V., Bernhardt, J., White, K., y Pena-Rios, A. (2018). Augmented reality in education and training: pedagogical approaches and illustrative case studies. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 9, 1391-1402. https://doi.org/10.1007/s12652-017-0547-8
- Xie, Y., Zhang, Y. et Cai, Y. (2019). Virtual reality engine disassembly simulation with natural hand-based interaction. En Cai, Y., van Joolingen, W. et Walker, Z (dir.), VR, Simulations and Serious Games for Education. 121-128. Springer.

Para citar este artículo:

Angulo Mendoza, G. A., Lewis, F., Plante, P., y Brassard, C. (2023). Estado del arte sobre el uso de la realidad virtual, la realidad augmentada y el video 360° en educación superior. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (84), 35-51. https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84.2769

EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa

Número 84 - Junio 2023



Realidad Aumentada como recurso didáctico para el aprendizaje de Biología: un estudio exploratorio desde la percepción de los estudiantes universitarios

Augmented reality as a didactic resource for learning Biology: an exploratory study from the perception of university students

- José Miguel Romero-Saritama; jmromero@utpl.edu.ec Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)
 - Julio Cabero-Almenara cabero@us.es
 - Óscar Gallego Pérez ogallego@us.es

Universidad de Sevilla (España)

Resumen

La pandemia generada por la Covid-19 nos ha dejado grandes desafíos educativos, sobre todo en el contexto de adopción de ciertas tecnologías por parte de los autores educativos para mejorar métodos de enseñanza clásicas. En este sentido, el objetivo del presente trabajo se fundamenta en analizar las posibilidades educativas de la Realidad Aumentada en la asignatura de Biología en la educación universitaria. Se realizó un estudio exploratorio no experimental de corte transversa donde, los estudiantes, luego de revisar y manipular diferentes objetos 3D incorporados en un aplicativo de Realidad Aumentada desarrollado por la Universidad Técnica Particular de Loja, valoraron el trabajo mediante un instrumento de escala tipo Likert. Los datos obtenidos se compararon con las variables sexo, edad y conocimientos previos de los participantes. Los resultados evidenciaron valoraciones altas positivas al uso del aplicativo, limitando diferencias significativas para dos elementos de las dimensiones empleadas, según la edad de los participantes. Este estudio nos permite indicar que el aplicativo de Realidad Aumentada usado, es una herramienta que puede potencializar, favorecer y motivar el aprendizaje de los estudiantes.

Palabras clave: Educación superior, Educación tecnológica, Objetos digitales, Recursos didácticos, Tecnologías emergentes.

Abstract

The pandemic generated by Covid-19 has presented significant educational challenges, particularly in the context of educational authors adopting certain technologies to improve traditional teaching methods. In this sense, the objective of this work is to analyze the educational possibilities of Augmented Reality in the Biology subject in higher education. An exploratory, nonexperimental cross-sectional study was conducted which students, after reviewing and manipulating different 3D objects incorporated into an Augmented Reality application developed by the Technical University of Loja, evaluated the work using a Likert-type scale instrument. The data obtained were compared with the variables of gender, age, and previous knowledge of the participants. The results showed positive high ratings for the use of the application, with significant differences limited to two elements of the dimensions used, according to the age of the participants. This study allows us to indicate that the Augmented Reality application used is a tool that can enhance, favor, and motivate student learning.

Keywords: Higher education, Technological education, Digital objects, Didactic resources, Emergent technologies.

Recibido: 04-04-2023 Aceptado: 08-06-2023

Página 52

1. INTRODUCCIÓN

1.1. La Realidad Aumentada como tecnología para el aprendizaje

Los conocidos Hyper Cycle elaborados anualmente por la empresa Gatner (https://www.gartner.es/es/metodologias/hype-cycle) para establecer de forma gráfica la madurez y adopción de diferentes tecnologías en nuestra sociedad, sugiere que toda tecnología en su incorporación pasa por diferentes fases desde el momento de su lanzamiento: pico de expectativas sobredimensionada, abismo de desilusión, rampa de consolidación y meseta de productividad. Que sugieren esos momentos en los cuales confiamos que la nueva tecnología aparecida en el mercado será la panacea que resolverá todos los problemas, hasta que nos damos cuenta de sus verdaderas posibilidades y en consecuencia asumimos sus verdaderas posibilidades educativas.

Y uno de estos casos es la realidad aumentada (RA), tecnología que desde que apareció en diferentes Informes Horizon (Johnson et al., 2016; Adams et al., 2017) o los Informes EduTrend publicados por el Tecnológico de Monterrey (Tecnológico de Monterrey, 2015; 2017), los cuales llamaban la atención sobre su rápida incorporación a la formación; hasta los momentos actuales se ha consolidado en el terreno, aumentándose considerablemente sus publicaciones y metaanálisis sobre las investigaciones sobre ella realizada que apuntaban sus posibilidades educativas, sus formas de diseño y aplicación, las variables que influían para su utilización y las posibilidades educativas que despierta (Tekederea y Gökera, 2016; Fombona y Pascual, 2017; Ibáñez y Delgado-Kloos, 2018; Tezer, 2019; Roda-Segarra et al., 2022; Mokmin y Rassy, 2022; Montenegro-Rueda y Fernández-Cerero, 2022; Gopalan et al., 2023; Suprapto et al., 2023).

Ahora bien, ¿qué podemos entender por RA? Y una forma de conceptualizarla, es relacionarla con otras tecnologías como son la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Mixta (RM). Y como señalan Cabero et al. (2022) entre ellas existe "una clara diferencia entre la realidad aumentada y virtual, ya que, en la segunda, los datos virtuales sustituyen a los físicos, creándose una nueva realidad. Por el contrario, en la realidad aumentada, las dos realidades se superponen en distintas capas de información en formatos diversos (imágenes generadas por ordenador, secuencias de vídeo, animaciones, etc.) para configurar una nueva realidad que es con la que interacciona la persona. De todas formas, no olvidemos que ambas «realidades» comparten algunas características comunes, como ya se ha señalado: la inmersión, la navegación y la interacción" (p.12). Siendo la Realidad Mixta una combinación de ambos formatos tecnológicos.

Pero posiblemente una clara diferenciación con la RV se encuentra en el trabajo efectuado por Rauschnabel et al. (2022), que se presenta en la tabla 1.

Tabla 1

Diferencias entre la RA y RV (Rauschnabel et al., 2022).

Característica	Realidad Aumentada	Realidad Virtual		
Papel del entorno físico local	Se extiende/disminuye	Es remplazado		
Marco de tiempo de uso (potencial)	Duradero	Temporalmente		
Contexto de uso típico	En todas partes	En un área "segura" (p. ej., en casa) o en contextos específicos (p. ej., terapia, parques de atracciones, tiendas, etc.)		
Tecnología	Dispositivos: Estacionarios, móviles, portátiles, en el cuerpo, proyectores. Técnicas de visualización: pantallas	Dispositivos: Wearables (HMD), cuevas (relevancia práctica decreciente). Técnicas de visualización:		
	transparentes de video Pantallas transparentes ópticas. Proyección.	pantallas de video, proyección.		
Riesgos físicos	Colisiones o accidentes por distracción.	Colisiones o accidentes por desconexión con el mundo real.		
Preocupaciones sobre la privacidad	El usuario y las personas que lo rodean.	El usuario		
Mareo	Raramente aplicable	Importante		
Mecanismo Específico	Presencia local	Telepresencia		
Casos de uso típicos	Situaciones en las que las experiencias combinadas de contenido real y virtual son beneficiosas (p. ej., para comparar tamaños, p. ej., de muebles) y posibles (p. ej., el hogar para los muebles ya existe)	Situaciones donde el contexto físico o de la historia no existe (p. ej., un juego ficticio), no es accesible para un usuario (p. ej., la luna, el viaje en el tiempo) o donde el contexto físico real no es deseable (p. ej., en situaciones de entrenamiento que ser peligroso en el mundo real)		

La significación que ha adquirido esta tecnología ha repercutido también en el aumento de sus investigaciones. Investigaciones que han puesto su significación para mejorar los métodos clásicos de enseñanza y favorece las prácticas educativas innovadoras (Flores-Bascuñana et al., 2019; Kaliraj y Devi, 2022). Al mismo tiempo se debe señalar que durante la pandemia muchos de estos objetos fueron utilizado a diferentes niveles tanto dentro de la estrategia de enseñanza del "Flipped Classroom" (Campos-Mesa et al., 2022; Reyes Ruiz, 2022), b-learning (Pujiastuti y Haryadi, 2020) o en la modalidad de libros-apuntes enriquecidos con objetos de RA (Cheng, 2019; Chen et al., 2021).

De forma más concreta los estudios realizados han señalado que favorece y facilita la adquisición del rendimiento académico (Cabero, 2018; Sánchez-Sordo y Teodoro-Vite, 2022; Garzón y Acevedo, 2019; Elmira, 2022), que su utilización aumenta la motivación hacia los contenidos y actividades que deben realizar los estudiantes (Rivadulla y Rodríguez, 2020; Marrahí-Gómez y Belda-Medina, 2022), incorpora un alto grado de satisfacción en los

estudiantes cuando participan en experiencia de interacción con objetos de aprendizaje en RA (Higaldo-Cajo et al., 2021; Barroso y Palacios, 2022).

Su utilización se ha desarrollado en casi todas las disciplinas curriculares desde las del campo de ciencias de la salud, hasta las matemáticas. En el campo de las ciencias naturales y de la biología, que son en las cuales se desarrollan la experiencia que se presentará, su utilización cuenta con cierta tradición (Fracchia et al., 2015; Saidin et al., 2015; Villalustre et al., 2021).

Finalmente hay que señalar que cada vez se desarrollan más experiencias formativas donde los estudiantes se convierten en productores de objetos de aprendizaje en formato RA, lo que facilita pasar de consumidor de objeto en RA a proconsumidor de ellos (Cabero et al., 2018; Martínez., 2021).

2. MÉTODO

2.1. Enfoque de la investigación realizada

La investigación realizada se efectúa bajo la estructura de un diseño de corte transversal debido a que la recopilación de datos tuvo lugar en un momento determinado (León y Montero, 2002). También se refiere a un enfoque cuantitativo, exploratorio-descriptivo no experimental, de tipo *ex-post-facto* (Buendía et al., 1998), por tanto, en él mismo no manipulamos ningún tipo de variable independiente (Latorre et al., 2005).

2.2. Objetivos de la investigación.

El objetivo general de la presente investigación se declara en los siguientes términos: "Analizar la percepción que los estudiantes tienen sobre las posibilidades educativas del uso de la RA en la materia de Biología en la educación universitaria."

Del citado objetivo general, se derivan los siguientes objetivos específicos:

- Examinar las posibilidades que la RA ofrece para ser utilizado en la enseñanza de la materia de Biología en un grado de educación superior.
- Identificar el grado de satisfacción que muestran los estudiantes cuando interaccionan con objetos de aprendizaje en formato RA en contextos formativos.
- Comprobar si existen diferencias significativas en las percepciones que tienen los estudiantes sobre el uso de la RA en contextos educativos en función de las variables sexo, edad y conocimientos previos sobre la RA.

2.3. Muestra de la investigación

La muestra utilizada en el presente estudio fue seleccionada mediante muestreo no probabilístico y de tipo intencional (Otzen y Manterola, 2017), por tanto, no se llevó a cabo ningún tipo de muestreo y participaron todos los 30 estudiantes inscritos durante el periodo formativo del año 2021. La experiencia se desarrolló en la asignatura de "Biología General", perteneciente a la carrera de Biología de la Modalidad de estudios presenciales de la

Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) de Ecuador. Resulta menester mencionar que, por situaciones de la pandemia generada por la COVID-19, la formación académica presencial de los estudiantes se trasladó a un entorno virtual y en él se utilizaron diferentes tipos de objetos digitales de aprendizaje como el utilizado en el presente trabajo.

Por lo que se refiere al sexo y a la edad de los participantes, en la tabla 2 se presentan los resultados alcanzados respecto a las citadas variables.

Tabla 2

Características de las participantes en función de la variable sexo y edad.

Ítems	Características
Sexo	37% hombres, 63% mujeres
Edad (años)	Media= 18, 5 años. Rango de edad 17 - 22 años

También a los estudiantes se les preguntó sobre la experiencia que tenían respecto a la RA, en la tabla 3, se presentan los resultados alcanzados.

Tabla 3Conocimientos de los estudiantes sobre la RA.

Ítems	Características
Conocimiento previo sobre realidad aumentada.	50% SI, 50% NO
Conocimiento de aplicaciones o herramientas para realidad aumentada.	27% SI, 73% NO
Trabajo previo de algún docente con realidad aumentada en otras asignaturas.	10% SI, 90% No

2.4. El objeto en RA producido

El cambio repentino de la educación presencial a una virtual durante el confinamiento social a causa de la Covid-19, trajo consigo una serie de adaptaciones educativas que, en algunos de los casos fueron limitadas al tránsito apresurado de una enseñanza presencial a una virtual (López-Aguilar et al., 2022). En este sentido, los docentes buscaron herramientas digitales que les permita acompañar su proceso educativo en las clases en línea, sobre todo en asignaturas con componentes prácticos de campo o laboratorio, como es el caso la materia de Biología.

Desde esta perspectiva la "Dirección de Tecnologías para la Educación del Vicerrectorado de Modalidad a Distancia de la UTPL" se centra en la creación de diferentes objetos de aprendizaje para ser utilizados en la situación surgida, siendo uno de ellos el objeto de aprendizaje en formato RA denominado "Biología RA" para ser usado dentro de la materia de Biología General para abordar la estructura celular animal y vegetal (Samaniego-Franco et al., 2018), con el objetivo de que el estudiante incorpore nuevas tecnologías de aprendiza como es la realidad aumentada y experimente de una forma dinámica e interactiva los componentes celulares.

El objeto de aprendizaje se creó bajo tres componentes metodológicos: (1) diseño de la información, (2) diseño de la interacción, y (3) diseño de la presentación. Para la construcción del objeto de aprendizaje se utilizó el Unity (https://unity.com/es), y en su versión final el objeto "Biología RA" quedó constituido por 16 Objetos de Aprendizaje en 3D de las estructuras celulares, con un sistema abierto, gratuito, interactivo y offline. Para más detalle del desarrollo del aplicativo se puede revisar el trabajo de Samaniego-Franco et al. (2018).

Actualmente el objeto de aprendizaje "Biología RA", está disponible para dispositivos Android en el link https://play.google.com/store/apps/details?id=com.EdiamSistemas.BiologiaUTPL&hl=es_EC&gl=US de la tienda de Google (Figura 1).

Figura 1
Imágenes del aplicativo Biología RA en Google Play y los recursos disponibles.



En el contexto educativo de la aplicación "Biología RA", es posible observar todas las estructuras celulares en 3D de animales y plantas. Los objetos se pueden manipular y controlar en cualquier dirección para que todas las estructuras se puedan resaltar en detalle. Además, los objetos de aprendizaje van acompañados de información escrita y de audio sobre la funcionalidad de los componentes de las células.

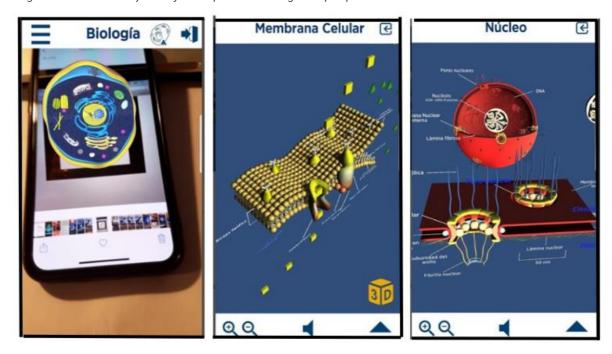
En cambio, dentro de la dinámica de aplicación de "Biología RA" en la clase, esta herramienta de realidad aumentada estuvo enmarcada dentro del tema de estudio "la organización de las células", donde se hace referencia a la estructura celular de animales y plantas. Para iniciar con uso del aplicativo, el docente primeramente realizó una explicación general del tema y posteriormente se propuso como una actividad autónoma y de experimentación para el estudiante, la utilización del aplicativo. Para ello, se presentó los pasos metodológicos para la instalación de la aplicación en sus dispositivos móviles y se socializó de forma general el uso y manejo de la aplicación. Asimismo, se compartió con los estudiantes la guía de uso donde se detalla el proceso de instalación para los dispositivos Android y se menciona el manejo de las herramientas para la navegación en la aplicación (Figura 2).

Figura 2
Captura de pantalla de la guía sobre el proceso de instalación de la aplicación.



Posteriormente, durante una semana los estudiantes revisaron y manipularon los entornos y objetos 3D de los componentes celulares disponibles en la aplicación (Figura 3). Luego, los estudiantes con base a los conocimientos adquirido usando la aplicación, se les solicitó realizar una clase expositiva de los componentes de la célula. Al final de la clase, para valorar la opinión de los participantes sobre el uso de la realidad aumentada, los estudiantes valoraron el trabajo mediante el instrumento que se presentará más adelante.

Figura 3
Imágenes del contenido y manejo del aplicativo Biología RA por parte de los estudiantes.



2.5. Instrumento de recogida de la información

Para la recogida de la información se utilizó una adaptación del instrumento elaborado George Reyes (2020) utilizadas para conocer la percepción estudiantil sobre la RA. El segundo apartado del instrumento estuvo constituido por 10 ítems integrados en cuatro componentes relacionados a; A) elementos del aplicativo (tres preguntas), B) Conocimiento adquirido (dos preguntas), C) Aspectos pedagógicos (dos preguntas) y D) Factores motivacionales (tres preguntas). La escala para la valoración de las respuestas para 10 preguntas fue tipo Likert de cinco grados (1. Totalmente en desacuerdo, 2 En desacuerdo, 3 No de acuerdo, ni en desacuerdo, 4, De acuerdo, 5 Totalmente de acuerdo). El índice de fiabilidad del instrumento, obtenido mediante la alfa de Cronbach, fue de 0.873.

Además de los diez ítems anteriormente citados, se incorporaron preguntas para recoger información respecto a la edad, sexo y conocimiento previos de los estudiantes sobre la RA. Al final se incorporaba una pregunta de respuesta abierta que se refería a que con una sola palabra describieran la experiencia que habían tenido en la interacción con el objeto de RA.

Como medio para análisis de confiabilidad media del instrumento se aplicó el Alfa de Cronbrach; coeficiente que fluctúa entre 0 y 1 (George y Mallery, 2003), obteniendo un valor de α =0,858, considerado como un buen índice de fiabilidad interna del instrumento utilizado (Bisquerra, 2004).

El cuestionario se generó en la aplicación Google formularios, y su pedido de cumplimentación se la realizó de forma telemática mediante la plataforma educativa Canvas, usada por la UTPL para los procesos de enseñanza aprendizaje.

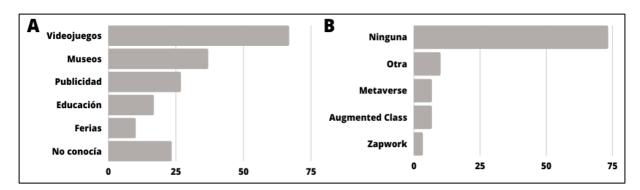
3. RESULTADOS

Para el análisis de datos se obtuvo primeramente los principales estadísticos descriptivos (media, desviación estándar) para cada una de las variables dependientes. Este tipo de pruebas permite realizar una organización, simplificando la información básica considerando un conjunto de datos (Hopkins et al., 1997). Posteriormente, aplicamos la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la naturaleza de los datos, resultando una distribución no paramétrica (p< 0,005). Ante esta situación, utilizamos la prueba de la U Mann-Whitney para determinar posibles diferencias los ítems evaluados con los conocimientos previos de los estudiantes y en función de las variables sexo y edad de los participantes.

Partiendo de los datos de la información previa obtenida sobre el conocimiento de la RA, el 50% los participantes mencionaron conocer de forma general algo sobre la RA. La misma que había sido utilizada en video jugos y en museos como los más importante, solo el 17% de los estudiantes manifestó el uso de la RA en educación y ferias tecnológicas (Figura 4A). Asimismo, pocos estudiantes identificaron algunas aplicaciones para trabajar en RA, la mayoría (73%) desconocía de las herramientas tecnológica para su uso (Figura 4B). A la consulta, si algún docente ha utilizado la RA aumentada previamente en clases, el 90% se manifestó negativamente.

Figura 4

Conocimientos previos sobre la RA. A) usos y B) Herramientas para la RA.



A continuación, se expresa la percepción estudiantil sobre el uso de la RA en la clase. En términos general se obtuvieron altas valoraciones positivas para todas las dimensiones e ítems evaluados, teniendo un promedio global de 4,53 sobre 5 puntos determinados, con una desviación estándar menor a 1. Siendo la dimensión "C. pedagógico" aquel que alcanzó mayor puntuación (M=4,80), lo que muestra la utilidad de la RA como un recurso educativo innovador y didáctico para los estudiantes. En cambio, el componente relacionado a los "conocimientos técnicos adquiridos", presentó una valoración menor (4,30), pero, a pesar de ello, sigue representando valor positivo. Las dimensiones "motivación" (4,57) y "aplicación RA" (4,48), se posicionaron en segundo y tercer lugar.

Si consideramos el análisis por reactivo, resulta interesante que 7 de los 10 contemplados muestran valores mayores a la media general. Siendo los mejor puntuados el P2A; relacionado a los elementos incorporados en el aplicativo, y P7C donde se denota que los

estudiantes consideraron a la RA como una herramienta didáctica para el aprendizaje. Los datos descriptivos para todos los reactivos se muestran en la tabla 4.

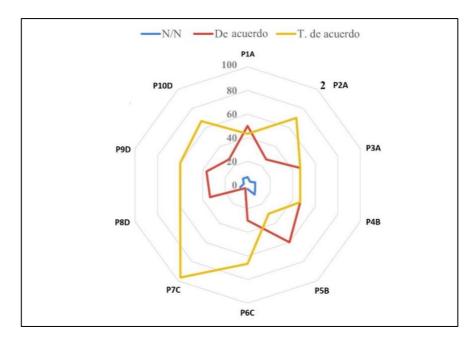
Tabla 4 *Estadísticos descriptivos de los ítems evaluados.*

Componente	Ítems	Código	Media	Desviación estándar
A. Aplicación RA	Me resultó fácil utilizar la aplicación RA.	P1A	4,37	0,61
	Los elementos incorporados en la RA fueron llamativos.	P2A	4,67	0,55
	La información incorporada en la RA fue muy explicativa.	РЗА	4,40	0,62
B. Conocimientos	Usar la RA mejoró mi comprensión de la estructura celular.	P4B	4,40	0,62
	Usar la RA mejoró mi comprensión sobre las funciones de los componentes celulares.	P5B	4,20	0,61
C. Pedagógico	La interacción con los contenidos creados RA me pareció un recurso educativo innovador.	P6C	4,63	0,56
	Considero que la RA como una herramienta didáctica para el aprendizaje.	P7C	4,97	0,18
D. Motivación	El uso de la Realidad Aumentada resulta una actividad divertida.	P8D	4,53	0,63
	Utilizar la RA, despertó mi interés en conocer más sobre este recurso.	P9D	4,57	0,57
	Recomendaría a los docentes utilizar la RA en sus clases.	P10D	4,60	0,62

En ninguno de reactivos se evidenció respuestas negativas, la mayoría de los estudiantes señalaron niveles altos de respuesta al estar "totalmente de acuerdo" con la mayoría de los reactivos planteados, siendo la pregunta P7C relacionada a la RA como una herramienta didáctica para el aprendizaje, el ítem donde la mayoría de los participantes (97%) estuvieron a favor (Figura 5). En cambio, la preguntas P1A y P5B referente al manejo de la aplicación y conocimientos sobre el tema en estudio respectivamente, mostraron una valoración menor, no obstante, las puntuaciones siempre fueron positivas.

DOI: https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84.2867

Figura 5
Valores porcentuales para los 10 los ítems evaluados.



Los análisis estadísticos diferenciales mediante la U Mann-Whitney referidos al conocimiento previo sobre la RA, determinaron diferencias significativas (U=48,00. P < 0,037) entre la P1A (Me resultó fácil utilizar la aplicación RA) con el "Conocimiento de aplicaciones o herramientas para realidad aumentada".

En cambio, al comparar las valoraciones de los reactivos con las variables sexo y edad de los participantes, se pudo comprobar que, para la primera variable no se encontraron diferencias significativas en todos los casos, a diferencia de la edad, donde los estudiantes de 17 a 19 años valoraron mejor las preguntas P2A y P6C con un nivel de significancia menor al alfa establecido (0,05) (Tabla 5).

Tabla 5

Valores significativos (p < 0.05) entre las variables edad y los reactivos.

Variable 1 (Ítem)	Variable 2 (Edad)	Media	valor U	P valor
P2A. Los elementos incorporados en la RA fueron	17 a 19	4,791	107,50	0,023
llamativos	20 a 22	4,166		
P6C. La interacción con los contenidos creados RA me	17 a 19	4,792	119,50	0,003
pareció un recurso educativo innovador.	20 a 22	4,00		

Para el análisis de las respuestas ofrecidas por los estudiantes respecto a la pregunta abierta que se les formuló utilizamos la creación de una "nube de palabras" donde se pudieran reflejar las más significativas. Tras la realización de esta, se obtuvo la representación expuesta en la figura 6.

Figura 6

Nube de palabras ante la respuesta ofrecida por los estudiantes a la descripción con una única palabra respecto a la experiencia que habían tenido en la interacción con el objeto de RA



Como se puede observar tres son las palabras que destacan de las indicadas por los estudiantes y que sintetizan el interés que despertó la experiencia en los estudiantes.

Con el objeto de conocer si las variables edad y sexo, tenían alguna influencia en los resultados alcanzados se formularon las siguientes hipótesis:

HO (hipótesis nula): No existen diferencias significativas en función del sexo y la edad de los estudiantes en las valoraciones realizadas respecto a la experiencia realizadas con el objeto de aprendizaje "Biología RA" con un riesgo alfa de equivocarnos del 0,05.

H1 (hipótesis alternativa): Si existen diferencias significativas en función del sexo y la edad de los estudiantes en las valoraciones realizadas respecto a la experiencia realizadas con el objeto de aprendizaje "Biología RA" con un riesgo alfa de equivocarnos del 0,05.

Para su contraste aplicamos la U de Mann-Whitney, obteniéndose un valor respecto a la edad de W = 88.5, con un valor de significación de 0,38, y en el caso de del sexo de W = 62.5, con un valor de significación de 0.06. En consecuencia, con los valores obtenidos, no podemos rechazar ninguna de las H0 formuladas a un nivel de significación p≤ 0,05.

No obstante, si encontramos algunas diferencias significativas al analizar en función de las diferentes dimensiones que configuraban el instrumento. Alcanzándose en este caso los siguientes valores:

Edad con el total del componente de "Aplicación RA": W = 115, con un nivel de significación de 0.022 y en el caso de "Componente Pedagógico" de W = 117, con un valor de 0.005.

Realizadas las mismas pruebas para conocer si las variables "Conocimiento previo" y "Conocimiento de aplicaciones", tampoco los valores alcanzados indicaban la existencia de diferencias significativas.

Respecto a la pregunta abierta, no fue tomada de alguna referencia, se la planteó como última inquietud para conocer en una sola palabra cual fue la experiencia final sobre el uso de la Realidad Aumentada. La pregunta tiene el código P11D en la base de datos. Al ser una pregunta de múltiples respuestas, en principio se pensaba en analizar la frecuencia de palabras que se repiten y generar una nube de palabras.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Uno de nuestros primeros análisis se refiere al grado de fiabilidad alcanzado por el instrumento, que fue bastante alto y en consonancia con lo obtenido en su momento por su autor (George, 2020).

Los estudiantes mostraron altas y significativas valoraciones al haber participado en la experiencia de interacción con el objeto de aprendizaje producido para la enseñanza de contenidos de biología. Destacando las valoraciones que realizaron respecto a sus posibilidades pedagógicas, lo que se encuentra en consonancia con los resultados obtenidos por otros investigadores (Barroso et al., 2018; Barroso y Palacios, 2022; Cabero et al., 2022), y su capacidad para motivar a los estudiantes a trabajar con ellos y en consecuencia hacia los contenidos y actividades de aprendizaje, hecho que coincide con los resultados obtenidos en otros trabajos (Rivadulla-López y Rodríguez, 2020; Marrahí-Gómez y Belda-Medina, 2022). Estos resultados permiten indicar que es una herramienta potenciadora y favorecedora del aprendizaje en los estudiantes.

También en el estudio exploratorio se apunta que es todavía una experiencia no muy conocida por los estudiantes, y de un uso no muy cotidiano en las aulas. Ello se puede deber a dos aspectos fundamentales: la falta de objetos de aprendizaje basados en esta tecnología y a la capacitación del profesorado, tanto para su diseño como para su incorporación a la práctica educativa.

No se encontraron influencias significativas respecto al sexo ni la edad. En el primero de los casos es un hecho que suele ocurrir en la gran mayoría de estudios e investigaciones (Bressler y Bodzin, 2013; Barroso et al., 2016; Cabero et al., 2017), y en el segundo, la poca variabilidad entre la edad de los estudiantes posiblemente facilitó su no influencia.

Hay que señalar que los estudiantes valoraron como interesante, innovadora y divertida, el haber participado en la experiencia. Similares resultados fueron encontrados por Chaljub et al. (2022).

Finalmente, hay que indicar que hay una serie de limitaciones que indican la necesidad de replicar la investigación, posiblemente el hecho de que los estudiantes no tenían mucha familiaridad con la tecnología repercutió en que pudiera haber influido el "efecto novedad" que aumenta el interés de los estudiantes por participar en experiencias novedosas. Al mismo

tiempo se hace necesario replicar el presente estudio exploratorio y al mismo tiempo considerar la posibilidad de realizar entrevistas, grupales o individuales, con los estudiantes.

5. REFERENCIAS

- Adams, S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall Giesinger, C., y Ananthanarayanan, V. (2017). *NMC Horizonte Report: 2017 Higher Education Edition*. The New Media Consortium.
- Barroso, J., Cabero, J., y Gutiérrez, J.J. (2018). La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por estudiantes universitarios grado de aceptación de esta tecnología y motivación para su uso. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 23(79), 1261-1283.
- Barroso, J., Cabero, J., y Moreno, A.M. (2016). La utilización de objetos de aprendizaje en realidad aumentada en la enseñanza de la Medicina. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 2(2), 77-83, DOI: http://dx.doi.org/10.20548/innoeduca.2016.v2i2.1955.
- Barroso, J., y Palacios, A. (2022). Ampliando el universo virtual del alumnado universitario. Uso educativo de la realidad aumentada y aportaciones del Proyecto Rafodiun. *Revista Tecnología, Ciencia Y Educación,* (23), 137–154. https://doi.org/10.51302/tce.2022.874
- Bressler, D.M. y Bodzin, A.M. (2013). A mixed methods assessment of students' flow experiences during a mobile augmented reality science game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29, 505-517.
- Bisquerra, R. (2004). Metodología de la investigación educativa. La Muralla.
- Buendía, L., Colás, P., y Hernández, F. (1998). *Métodos de investigación en psicopedagogía*. McGraw-Hill.
- Cabero, J. y Barroso, J., y Obrador, M. (2017). Realidad Aumentada aplicada a la Enseñanza de la medicina. *Educación médica,* 18(3), 203-208. http://dx.doi.org/10.1016/j.edumed.2016.06.015
- Cabero, J., Barroso, J., y Gallego, O. (2018). La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por los estudiantes. Los estudiantes como prosumidores de información. *Revista Tecnología, Ciencia Y Educación*, (11), 15–46. https://doi.org/10.51302/tce.2018.221
- Cabero, J., Llorente, C., y Martínez, R. (2022). The Use of Mixed, Augmented and Virtual Reality in History of Art Teaching: A Case Study. *Applied System Innovation*, 5(3), 44, https://doi.org/10.3390/asi5030044

- Cabero, J., Valencia, R., y Llorente, C. (2022). Ecosystem of emerging technologies: augmented, virtual and mixed reality. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 7-22. https://doi.org/10.51302/tce.2022.1148
- Cabero, J., Vázquez, E. y López, E. (2018). Uso de la Realidad Aumentada como recurso didáctico en la Enseñanza Universitaria. *Formación Universitaria*, 11(1), 25-34, http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000100004
- Campos-Mesa, M.C., Castañeda-Vázquez, C., Del Castillo-Andrés., y González-Campos, G. (2022). Augmented Reality and the Flipped Classroom—A Comparative Analysis of University Student Motivation in Semi-Presence-Based Education Due to COVID-19: A Pilot Study. Sustainability, 14, 2319. https://doi.org/10.3390/su14042319
- Chaljub, J., Peguero, J.R., y Mendoza, E. (2022). Aceptación tecnológica del uso de la realidad aumentada por estudiantes del nivel secundario: una mirada a una clase de Química. Revista *Tecnología, Ciencia Y Educación,* (23), 49–68. https://doi.org/10.51302/tce.2022.864
- Chen, J.-J., Hsu, Y., Wei, W., y Yang, C. (2021). Continuance Intention of Augmented Reality Textbooks in Basic Design Course. *Education Sciences*, 11, 1-16. https://doi.org/10.3390/educsci11050208
- Cheng, K-H. (2019). Parents' user experiences of augmented reality book reading: perceptions, expectations, and intentions. *Educational Technology Research and Development*, 67, 303–315, https://doi.org/10.1007/s11423-018-9611-0
- Elmira, O., Rauan, B., Dinara, B., y Prevalla Etemi, B. (2022). The Effect of Augmented Reality Technology on the Performance of University Students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 17(19), 33–45. https://doi.org/10.3991/ijet.v17i19.32179
- Flores-Bascuñana, D., Pascual, D., Villena-Taranilla, R., y Yáñez, D. (2020). On Augmented Reality for the Learning of 3D-Geometric Contents: A Preliminary Exploratory Study with 6-Grade Primary Students. *Education Sciences*, 10(4), 1-9, https://doi.org/10.3390/educsci10010004
- Fombona, J., y Pascual, M.A. (2017). La producción científica sobre Realidad Aumentada, un análisis de la situación educativa desde la perspectiva SCOPUS. *Edmetic Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 39-61. https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5807
- Fracchia, C., Armiño, A., y Martins, A. (2015). Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de Ciencias Naturales. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación*, 16, 7-15.
- Garzón, J., y Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, 27, 244–260. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.04.001.

- George Reyes, C. E. (2020). Percepción de estudiantes de bachillerato sobre el uso de Metaverse en experiencias de aprendizaje de realidad aumentada en matemáticas. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, 58, 143–159. https://doi.org/10.12795/pixelbit.74367
- Gopalan, V., Bakar, J., y Zulkifli, A. (2023). Systematic literature review on critical success factors in implementing augmented reality for science learning environment (2006–2021). *Education and Information Technologies*, https://doi.org/10.1007/s10639-023-11613-y
- Higaldo-Cajo, B., Hidalgo-Cajo, D., Montenegro-Chanalata, M., y Hidalgo-Cajo, I. (2021). Realidad aumentada como recurso de apoyo en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 24(3), 43-55, DOI: https://doi.org/10.6018/reifop.465451
- Hopkins, K., Hopkins, B., y Glass, G. (1997). *Estadística Básica para las ciencias sociales y del comportamiento*. Prentice Hall.
- Ibáñez, M., y Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123, https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., y Hall, C. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*. Austin. The New Media Consortium.
- Kaliraj, P., y Devi, T. (2022). *Innovating with Augmented Reality Applications in Education and Industry*. CRC Press, Boca Ratón.
- Latorre A., del Rincón, D., y Arnal, J. (2005). Bases metodológicas de la investigación educativa. Ediciones Experiencia.
- León, O., y Montero, I. (2002). *Métodos de investigación en Psicología y Educación*. Mcgrawhill.
- López-Aguilar, D., Álvarez-Pérez, P.R., y Ravelo-González, Y. (2022). Capacidad de adaptabilidad e intención de abandono académico en estudiantes universitarios. *Revista de Investigación Educativa*, 40(1), 237-255. DOI: http://dx.doi.org/10.6018/rie.463811
- López-Cortés, F. J., Ravanal Moreno, E., Palma Rojas, C., y Merino Rubilar, C. (2021). Niveles de representación externa de estudiantes de Educación Secundaria acerca de la división celular mitótica: una experiencia con realidad aumentada. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, 62, 7–37. https://doi.org/10.12795/pixelbit.84491
- Marrahí-Gómez, V. y Belda-Medina, S. (2022). The Application of Augmented Reality (AR) to Language Learning and its Impact on Student Motivation. *International Journal of Linguistics Studies*, 2(2), 07–14. https://doi.org/10.32996/ijls.2022.2.2.2

- Martínez, S., Fernández, B., y Barroso, J. (2021). La realidad aumentada como recurso para la formación en la educación superior. *Campus Virtuales*, 10(1), 9-19.
- Mokmin, N.A., y Rassy, R.P. (2022). Augmented Reality Technology for Learning Physical Education on Students with Learning Disabilities: A Systematic Literature Review. *International Journal of Special Education*, 37(1), 99-111. https://doi.org/10.52291/ijse.2022.37.30
- Montenegro-Rueda, M., y Fernández-Cerero, J. (2022). Realidad aumentada en la educación superior: posibilidades y desafíos. *Revista Tecnología, Ciencia Y Educación*, (23), 95–114. https://doi.org/10.51302/tce.2022.858
- Otzen, T., y Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology,* 35(1), 227-232. https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037
- Pujiastuti, H., y Haryadi, R. (2020). The use of augmented reality blended learning for improving understanding of food security in universitas sultan ageng tirtayasa: a case study. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesiahttp*, 9(1), 59-69.
- Rauschnabel, Ph., Felix, R., Hinsch, Ch., Shahab, H., y Alt, F. (2022). What is XR? Towards a Framework for Augmented and Virtual Reality. *Computers in Human Behavior*, 133, 107289, 1-18, https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107289
- Reyes Ruiz, G. (2022). La realidad aumentada como una tecnología innovadora y eficiente para el aprendizaje de idiomas en un modelo pedagógico Flipped Learning. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, (65), 7–38. https://doi.org/10.12795/pixelbit.93478
- Rivadulla-López, J.C., y Rodríguez, M. (2020). La incorporación de la realidad aumentada en las clases de ciencias. *Contextos Educativos*, 25, 237-255. https://doi.org/10.18172/con.3865
- Roda-Segarra, J., Mengual-Andrés, S., y Martínez-Roig, R. (2022). Using Virtual Reality in Education: a bibliometric analysis. *Campus Virtuales*, 11(1), 153-165. https://doi.org/10.54988/cv.2022.1.1006
- Saidin, N.F., Halim, N.D., y Yahaya, N. (2015). A review of research on augmented reality in education: Advantages and applications. *International Education Studies*, 13, 1–8. https://doi.org/10.5539/ies.v8n13p1
- Samaniego-Franco, J., Jara-Roa, D.I., Sarango-Lapo, C.P., Agila-Palacios, M.V., Guaman-Jaramillo, J.E., y Contreras-Mendieta, J.A. (2018). Case study: Methodology for the development of learning objects (OA) in 3D for applications of augmented reality (AR). *13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies* (CISTI), Caceres, Spain, 1-7, doi: 10.23919/CISTI.2018.8399145
- Sánchez-Sordo, J.M., y Teodoro-Vite, S. (2022). Development of an augmented reality environ-ment for teaching operant conditioning in Psychology. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 115-136. https://doi.org/10.51302/tce.2022.862

- Suprapto, N., Prahani, B.K., Deta, U.A., Rizki, I.A., y Bakri, F. (2023). Bibliometric analysis of peer-reviewed literature on augmented reality with an emphasis on education versus physics education. *World Journal on Educational Technology*, 15(1), 157-180. https://doi.org/10.18844/wjet.v15i1.7500
- Tecnológico de Monterrey (2015). *Reporte EduTrends. Radar de Innovación Educativa* 2015. Tecnológico de Monterrey.
- Tecnológico de Monterrey (2017). *Reporte EduTrends. Realidad Aumentada y virtual*. Tecnológico de Monterrey.
- Tekederea, H., y Gökera, H. (2016). Examining the Effectiveness of Augmented Reality Applications in Education: A Meta-Analysis. *International journal of environmental & science education*, 11(16), 9469-9481.
- Tezer, M., Yıldız, E.P., Masalimova, A.R., Fatkhutdinova, A.M., Zheltukhina, M.R., y Khairullina, E.R. (2019). Trends of Augmented Reality Applications and Research throughout the World: Meta-Analysis of Theses, Articles and Papers between 2001-2019 Years. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 14(22), 154–174. https://doi.org/10.3991/ijet.v14i22.11768
- Villalustre, L., Del Moral, E., y Herrero, M. (2017). Aprendiendo y Enseñando Ciencias Naturales con Realidad Aumentada en aulas de Educación Infantil y Primaria. En J. Silva (coord.). *Investigación, innovación y tecnologías: la triada para transformar los procesos formativos* (pp. 233-241). Universidad de Santiago de Chile, Santiago de Chile.

Para citar este artículo:

Romero Saritama, J. M., Cabero Almenara, J., y Gallego Pérez, Óscar. (2023). Realidad Aumentada como recurso didáctico para el aprendizaje de Biología: un estudio exploratorio desde la percepción de los estudiantes universitarios. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (84), 52-69. https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84.2867

EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa

Número 84 - Junio 2023

Explorando la actitud docente en el e-learning: Un enfoque cualitativo desde la perspectiva de docentes y estudiantes

Exploring Teacher Attitudes in E-Learning: A Qualitative Approach from the Perspectives of Teachers and Students

Santiago Avelino Rodríguez Paredes; srodriguezp@ucv.edu.pe

Fernando Eli Ledesma Pérez; fledesma@ucv.edu.pe

Universidad César Vallejo (Perú)

Resumen

La actitud docente en el modelo e-learning es un sistema de evaluaciones positivas o negativas de los sentimientos y tendencias de acción favorable o desfavorable respecto a la enseñanza a través de tecnologías digitales. Se construye interaccionismo simbólico, relaciones basadas en la libertad y creatividad; la teoría conectivista explica que el aprendizaje y el conocimiento se dan por medio de las redes. Esta investigación busca comprender la actitud docente en e-learning desde su propio discurso y el de los estudiantes de una universidad privada de Lima, Perú. El enfoque fue cualitativo, los datos se acopiaron con entrevista semiestructurada a profundidad en estudiantes del sexto ciclo de Arquitectura; el diseño fue fenomenológico hermenéutico; la muestra, de cuatro docentes y seis estudiantes; el análisis se realizó con el método interpretativo de Heidegger con auxilio del software cualitativo.

Los resultados se ilustran con redes semánticas; se encontró, desde los estudiantes, que la actitud docente está basada en sus creencias, sentimientos, saberes y acciones, y fue positiva; se mejoró el logro de aprendizajes y el tránsito de lo presencial a lo virtual se hizo sin problemas; desde la perspectiva de los docentes, su actitud fue favorable con una enseñanza positiva y beneficiosa.

Palabras clave: actitud, docente, e-learning, enseñanza virtual, logro de competencias.

Abstract

The teaching attitude in the e-learning model is a system of positive or negative evaluations of feelings and favorable or unfavorable action tendencies regarding teaching through digital technologies. It is built by symbolic interactionism, relationships based on freedom and creativity; the connectivist theory explains that learning and knowledge occur through networks. This research seeks to understand the teaching attitude in elearning from their own discourse and that of the students of a private university in Lima, Peru. The approach was qualitative; the data were collected with semi-structured in-depth interviews with students of the sixth cycle of Architecture; the design was hermeneutic phenomenological; the sample consisted of four teachers and six students; the analysis was carried out with Heidegger's interpretative method with the help of qualitative software.

The results are illustrated with semantic networks; it was found, from the students' point of view, that the teaching attitude is based on their beliefs, feelings, knowledge and actions, and was positive; learning achievement was improved and the transition from face-to-face to virtual was smooth; from the teachers' perspective, their attitude was favorable with a positive and beneficial teaching.

Keywords: attitude, teacher, e-learning, virtual teaching, competency achievement.



1. INTRODUCCIÓN

La educación remota desde el 2020 ha reemplazado a la educación presencial ante el contexto y coyuntura que se vivió. Casero Béjar y Sánchez Vera (2022) señalan que desde finales del 2020 por la pandemia del Covid-19, la infraestructura física de escuelas y universidades quedó sin uso y hubo la necesidad de adaptar los sistemas educativos de todos los niveles a la modalidad remota. Esto conllevó a que las universidades del Perú y del mundo inicien con intensas jornadas de capacitación a sus docentes sobre enseñanza virtual para responder a las exigencias de la educación remota con el empleo de la modalidad *e-learning*.

El *e-learning* se define como un proceso de formación *online*, interactivo en el que los involucrados aprenden en diferentes contextos y tiempo, aprovechan la ubicuidad, la hiperconexión frente los cambios culturales; que permiten flexibilidad y personalización (Novoa Castillo et al., 2020). Sin embargo, las tecnologías empleadas para la educación remota, ofrecen oportunidades y acceso a las clases, facilitan el aprendizaje y capitalizan la digitalización, con flexibilidad y calidad; esto permite su adaptación a contextos y sistemas educativos diversos, pero no fue debidamente implementada en el sistema educativo (Arias Ortiz et al., 2021); Velázquez Gatica y López Martínez (2021) sugieren que la incorporación del aprendizaje continuo, el uso e integración de la tecnología para aprender en cualquier lugar y momento le dan mayor aceptación, pese a ello, no había sido considerado en la práctica educativa; Fidalgo-Blanco et al. (2022) determinaron que las tecnologías empleadas responden a la cuarta revolución industrial y favorecen el aprendizaje entre iguales, pero se encuentran en proceso de implementación. En consecuencia, estas herramientas ofrecen ventajas al proceso educativo, pero están escasamente implementadas.

El modelo *e-learning* permite el desarrollo de habilidades con la utilización de equipos virtuales que responden al perfil psicográfico y conductual de los educandos, el incremento de herramientas y tecnología disruptivas como la inteligencia artificial, el aprendizaje móvil, la realidad aumentada, el micro aprendizaje y la analítica del aprendizaje los cuales han impactado positivamente en la educación. Así, la llamada "pedagogía digital" es el resultado de las combinaciones de la tecnología digital y modo de enseñanza para mejorar el aprendizaje. Esto requiere del desarrollo de competencias y habilidades concretas por parte de educadores con el fin de garantizar el empleo adecuado de recursos y herramientas tecnológicas en mejora de los aprendizajes (Toro Dupouy, 2021). En suma, la enseñanza virtual presenta múltiples beneficios; sin embargo, es relevante el desarrollo de habilidades digitales tanto en docentes como estudiantes.

Si bien es cierto, las universidades peruanas contaban con plataformas virtuales utilizadas como recursos de apoyo para la enseñanza presencial; estas no estaban lo suficientemente implementadas para el aprendizaje en línea, dado que en ellas se gestionaban calificativos, asistencia y se alojaban materiales académicos. En ese contexto, el 15 de marzo del 2020, se emitió el primer Decreto Supremo Nº 044-2020-PCM por medio del cual se declaraba la emergencia nacional en el Perú y la suspensión de todo tipo de actividad presencial no esencial incluyendo la educativa (Presidencia del Consejo de Ministros, 2020); luego fueron emitiéndose otros Decretos que ampliaban el período de emergencia. Estas medidas conllevaron a la adopción de la educación remota desde el modelo *e-learning*, con el fin de continuar con el sistema educativo universitario, por lo que fue necesario la incorporación de diferentes

perspectivas que facilitaran el encuentro de estudiantes y docentes, para el período de ejecución de esta investigación había habitualidad de la actividad educativa en escenarios virtuales.

En el escenario inicial de 2020 solo era factible la ejecución de educación remota, se evidenció que la coyuntura forzó al sistema universitario a ejecutar la enseñanza virtual y puso a prueba el dominio de competencias digitales en docentes (Romero Alonso et al., 2021); permitió la interacción con sus estudiantes a través de recursos digitales lo que satisfizo su aprendizaje y mejoró su rendimiento (Giayetto et al., 2020); además, su dinamismo, su gran facilidad en el desarrollo de cursos teóricos y optimización de las herramientas digitales de aprendizaje mantuvo funcionando al sistema educativo en un contexto de pandemia Nicoli (2021). Sin embargo, para el 2022, la educación remota aún presentaba dificultades e inconvenientes en la consolidación de las metodologías presenciales al contexto virtual, conflictividad y lentitud en la adaptación docente a la virtualidad por el desconocimiento de su potencialidad (Navarro et al., 2021); la modalidad remota requiere de adaptación y la necesidad de implementar capacitaciones permanentes que faciliten el dominio de competencias digitales (Salica, 2022); una fuerte exigencia de planificación, organización, adaptación y desarrollo de competencias para la autorregulación efectiva de aprendizajes significativos que contribuyan a lo largo de toda la vida (Juan-Lázaro y Area-Moreira 2022); sobrecarga de actividades, falta de contacto estudiantes-profesores, falta de claridad de las competencias de las áreas de estudio, temor al fracaso, falta de tiempo para cumplir con los requerimientos académicos, problemas de conectividad e imposibilidad de concretar actividades prácticas Muñoz-Murcia et al. (2022).

Ante estos nuevos escenarios se reflexionó sobre qué tipo de adaptaciones de diseño curricular y silábico eran necesarios valorar para prever los resultados Velásquez-Cueva y Maguiña-Vizcarra (2022). Los elementos y actuaciones que sustenten el desarrollo de la competencia de autorregulación, conciencia sobre estilos de aprendizaje y la autorreflexión (García y Bustos, 2021), dado que, están incardinados a contribuir a un aprendizaje a lo largo de toda la vida en la sociedad digital (Chanto y Peralta, 2021). En consecuencia, la preocupación por la continuidad de los procesos educativos, comprometió la reflexión docente.

Cabe señalar que la coyuntura forzó un cambio de perspectiva en el ámbito funcional universitario (Organización de Estados Iberoamericanos, 2022) para la ejecución de la enseñanza remota y puso a prueba el dominio de competencias digitales en docentes, mientras que los estudiantes mostraron una respuesta positiva al uso de herramientas tecnológicas en sus clases remotas (Chiecher, 2022) y su capacidad de aceptación respondió al género, condiciones de acceso y actitudes hacia la tecnología de la informática y comunicación (Romero Alonso et al., 2021). Se analizaron las percepciones y satisfacción con los aprendizajes en espacios virtuales y se encontró que la interacción entre docente - estudiante fue positiva y satisfactoria, no así con la relación entre compañeros (Muñoz-Murcia et al, 2022). Por otro lado, se observó que los docentes en el 2021 tuvieron la capacidad de adaptarse al uso de recursos tecnológicos y la suficiente predisposición para la educación virtual; consideraron que los procesos de formación de sus estudiantes son más favorables al emplear herramientas digitales (Piñero González, 2021).

La relevancia de esta investigación radica en que se indaga un modelo educativo en contexto de emergencia, debido a que la educación remota favoreció el mantenimiento de la cobertura educativa para todos los estudiantes; permitió el desarrollo de los procesos académicos y

administrativos en la universidad sin contratiempos, da cuenta de la percepción positiva de la comunidad educativa hacia el desempeño docente, el cual se convirtió en un soporte de la actividad pedagógica, promotor de autorregulación en estudiantes y favorecedor de una mejor gestión del tiempo (Juan-Lázaro y Area-Moreira 2022). La importancia de esta investigación, tiene sustento en que da cuenta, que la actitud docente, potencializó la organización, el orden y la planificación, incrementó los niveles de compromiso para el logro de los objetivos institucionales y las competencia profesionales de los universitarios; durante las clases proporcionó retroalimentación permanente a los estudiantes que podían repasarlas visualizando las clases grabadas, generó mejoras en el autoaprendizaje al enseñar la indagación con hipertextos, interactuar con las herramientas digitales y facilitó el manejo de nuevas herramientas de aprendizaje (Giayetto et al., 2020). Los resultados de esta investigación pueden ser tomados en cuenta en otras investigaciones y pueden generar nuevas líneas de investigación.

La actitud es un comportamiento circunstancial que se construye por la interacción simbólica entre personas y el mundo que los rodea (Gadea, 2018). La actitud docente es una respuesta al mundo de relaciones basada en probabilidades, libertad y creatividad, con la finalidad de construir su propia realidad y actuar en consecuencia. Es así, que la comprensión de su entorno se sustenta en tres elementos ejes de relación: primero, atribuye a la persona la habilidad para interpretar el mundo pues sin ella este no existiría; segundo indica que el ser humano y su vinculación con él es un proceso dinámico y recíproco; tercero, la actividad humana y la interacción son simbólicas (Blúmer, 1982; Gadea, 2018). En síntesis, las personas actúan con libertad, en función al otro y a los símbolos generados por la interacción y comunicación entre ellos.

Asimismo, Méndez García (2007) señala que la actitud docente en el modelo *e-learning* es un sistema de evaluaciones positivas o negativas de los sentimientos y tendencias de acción favorables o desfavorables respecto a las exigencias actuales de los procesos de enseñanza, con la utilización de las tecnologías digitales. Implica tres categorías: (a) afectiva que está relacionada con el sentimiento; (2) cognitiva propia de los pensamientos y creencias sobre el *e-learning* y el conocimiento sobre ellas; y (3) comportamental que responde a las acciones o reacciones corporales del docente respecto a *e-learning*.

La teoría general que orientó la episteme de esta investigación fue el interaccionismo simbólico, el cual considera que el sujeto se sitúa en el mundo donde determina, genera probabilidades, posee libertad y creatividad; es un sujeto que construye su espacio y significados con los otros y reproducen su propia realidad gracias a las interacciones (Posada Zapata y Carmona Parra, 2021). El interaccionismo simbólico (Blúmer, 1982) sustenta sus bases en el pensamiento de George Herbert Mead quien sostiene su teoría en un dinamismo positivo de creatividad y autocontrol que unidas inducen a la innovación y variación para interactuar con recurrencia y el orden social y agrega la posibilidad de elección. Así, la interacción de las personas, según Mead, se da por la influencia social autorregulada y creativa, el mundo comprende todo lo que realmente existe de manera independiente y anterior a cualquier tipo de percepción y apreciación, sin permitir la valoración subjetiva del individuo (Retondaro, 2015).

La teoría temática de esta investigación es la teoría conectivista, la cual explica que el conocimiento se da por medio de las redes y se conoce como aprendizaje para la era digital;

surge dentro de un tejido compuesto por conectores y nodos, los cuales se vinculan con un dominio conocido como ecología, donde el formador se convierte en pieza clave del proceso, promueve e instaura un ambiente significativo (Siemens, 2010). Para esta teoría el aprendizaje es un proceso de interacción entre las personas y las redes de la web en la que cada aprendiz es responsable de su propia educación; los principios del conectivismo permiten que el aprendizaje y el conocimiento dependan del acceso a fuentes virtuales, sea un proceso de conexión de nodos de información, utilice dispositivos tecnológicos, desarrolle la capacidad crítica, mantenga las conexiones para facilitar el aprendizaje continuo, conecte áreas con ideas y conceptos como habilidad clave, mantenga una constante actualización y se tome decisiones en sí mismo (Behzad et al., 2021; Cueva Delgado et al; 2020; Siemens, 2010). Asimismo, Coronel de León (2022) y Fauzi (2022) consideran que el aprendizaje de la persona, según el conectivismo, es un proceso continuo gracias al progreso de las tecnologías de información y comunicación, la vertiginosa información que fluye en la comunidad, el uso de ambientes digitales y la experiencia de los individuos con las herramientas tecnológicas.

En esta investigación se busca comprender la actitud docente en *e-learning* desde sus sentimientos, creencias y emociones a partir de su propio discurso y el de los estudiantes de una universidad privada de Lima, Perú y responde a la pregunta ¿De qué manera se construye la actitud docente frente al modelo *e-learning* en el sexto ciclo de Arquitectura?

2. MÉTODO

El enfoque de investigación fue cualitativo, se orientó a la búsqueda de datos e información que relaten la esencia de la actitud docente ante la educación remota, con énfasis la modalidad *e-learning* que se empleó desde el inicio de la pandemia por SARS CoV 2; para ello, se utilizó un conjunto de procedimientos para la obtención de la evidencia del objeto empírico de la investigación, a través de amplia información relacionada a la reducción fenomenológica de la temática (Tecnológico de Monterrey, 2021); para este caso se trabajó las actitudes docentes ante la modalidad *e-learning* desde el discurso del docente y de manera adicional de otros actores de la educación universitaria para la facilitación de la triangulación.

El diseño fue fenomenológico, incluyó docentes y estudiantes quienes estaban involucrados en actividades académicas del sexto ciclo de arquitectura con el modelo *e-learning*. Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018) señalan que la investigación fenomenológica estudia las experiencias comunes con el fin de entender las prácticas de los sujetos de un fenómeno o sus diferentes perspectivas que presenten; su relevancia radica en que los individuos, objeto de estudio, comparten la experiencia o el fenómeno.

El tipo de investigación fue básica, se orientó a la generación de conocimiento teórico. Para el acopio de información, se empleó como técnica, la entrevista semi estructurada a profundidad, desde tres preguntas orientadoras: (1) desde su práctica: ¿genera satisfacción, pensamientos positivos y ambiente acogedor, el empleo de la modalidad *e-learning* en el aula virtual?; (2) existen posturas diversas frente a la educación remota, desde su experiencia: ¿son positivas las TIC en tanto facilitan los procesos de enseñanza y utilizan la nube para almacenar los contenidos?; y (3) la educación remota fue disruptiva, usted que ha vivido el momento crítico, considera que: ¿tienen dominio de las TIC docentes y estudiantes del sexto ciclo de

Arquitectura?; cuando las respuestas resultaban insuficientes, se recurrió a las repreguntas hasta saturar la categoría apriorística. El medio para las entrevistas fue la herramienta virtual *Zoom*. Baquedano (2021); Hernán-García et al. (2022) y el Tecnológico de Monterrey (2021) señalan que la entrevista semiestructurada a profundidad es aquella que busca comprender las perspectivas, experiencias y motivaciones a través de una minuciosa conversación con los entrevistados cuyo fin es una mejor comprensión y a profundidad del tema en estudio.

Los informantes fueron seleccionados con los siguientes criterios de inclusión. Para docentes: (1) docente a tiempo completo, (2) condición de ordinarizado, (3) con más de cinco años en el programa de arquitectura, (4) que firme el consentimiento informado. Para estudiantes: (1) estudiantes regulares sin interrupción de estudios, (2) calificaciones sobresalientes, (3) que cuenten con dispositivos y conectividad, y (4) que firmen el consentimiento informado. El grupo quedó constituido por 4 docentes y 6 universitarios, en total 10 informantes.

El corte temporal de la investigación fue sincrónico; Padrón Guillén (2007) precisa que las investigaciones sincrónicas se realizan en la época actual, en contraposición a las diacrónicas que se realizan sobre fenómenos ocurridos con anterioridad. Esta investigación se desarrolló de marzo a julio de 2022 en una universidad cuya sede se localiza en la capital de la República de Perú, las clases durante este periodo fueron remotas. Se empleó la plataforma educativa Blackboard Ultra donde se alojó la sesión de aprendizaje, material informativo, agenda de clases, recursos didácticos e instrumentos de evaluación; esta misma plataforma sirvió para el registro de asistencia, resultado de evaluación y para alojar la herramienta Zoom.

Los procedimientos para la ejecución de esta investigación fueron: (1) aprobación del proyecto de investigación por la Dirección de Investigación, (2) dictamen favorable del comité de ética de investigación, (3) autorización del Vicerrectorado de Investigación para la participación de docentes y estudiantes, (4) consentimiento informado debidamente autorizado, en cuatro casos de manera física y en seis casos de manera verbal al inicio de la entrevista en la plataforma.

El análisis de los resultados se realizó con la técnica del análisis del discurso y con el método interpretativo de Heidegger; los investigadores codificaron las entrevistas de manera independiente y luego compararon la codificación, al ser coincidente en el 90 % de códigos, se sometió a la codificación de un docente-investigador experto en e-learning, en cuya codificación se alcanzó el 85 % de coincidencias en los códigos; dado que la coincidencia fue mayor al 80 %, se consideró aceptable la codificación de los investigadores. Del total de códigos, se seleccionaron los que correspondían a cada categoría y en ese sentido fueron agrupados. Una vez identificado el enraizamiento, se procedió a establecer la densidad, también llamadas relaciones código-código. Con esta data se generaron las redes semánticas para cada categoría y fueron ordenadas en sentido horario de conformidad al índice de emergencia. Vera Noriega (2005) indica que las redes semánticas son concepciones que realizan las personas de los objetos de su entorno con el fin de conocer los significados expresados de la realidad. Los códigos emergentes de cada categoría recibieron un color específico (sentimientos = marrón; creencias = verdes; y acciones = celeste) y los códigos ordinarios no recibieron coloración. El procesamiento se apoyó con el Software ATLAS. ti 9, los cuales se presentan en índice de emergencia, coocurrencia y redes semánticas. Mientras que para la interpretación y discusión se usó el método fenomenológico hermenéutico. Fuster Guillén (2019) señala que la discusión e interpretación de los resultados es fundamental en la investigación cualitativa.

3. RESULTADOS

3.1. Índice de emergencia

El índice de emergencia de la actitud docente al modelo *e-learning* señala que el aprendizaje realizado por medio de Internet ayuda la ubicuidad y ejecución del modelo híbrido, dado a que se puede realizar desde diferentes partes; favorece el desarrollo de la educación remota, se vincula con la cuarta revolución industrial; permite su ejecución en situaciones extremas por su dinamismo y capacidad híbrida; fomenta el aprendizaje abierto con un alto beneficio para los cursos teóricos y potencializa el dominio de las nuevas tecnologías de la información y comunicación. Además, el modelo *e-learning* compatibiliza con el trabajo de las personas, quienes tienen la posibilidad de autorregular sus tiempos, horarios, espacios y compromisos; permite desarrollar ciertas potencialidades como la responsabilidad; es muy bueno para la educación universitaria por lo que debe considerarse en la misión, visión y planeamiento estratégico de las universidades ya que potencializa la investigación; en ciertos aspectos, es más eficiente que la presencialidad y, en tiempos de pandemia, adquirió mayor valor debido a las restricciones de movilidad social emanadas por los gobiernos. (Ver tabla 1)

 Tabla 1

 Índice de emergencia de codificación para el modelo e-learning

Código	Enraizamiento	Densidad	Índice de emergencia
Favorece el aprendizaje ubicuo	24	10	34
Arquitectura sugiere modelo híbrido	10	22	32
Favorable para la educación remota	7	19	26
Indispensable en situaciones extremas	5	21	26
Es un modelo educativo más dinámico	12	13	25
Blended learning es potencial para la educación remota	5	18	23
Favorable al aprendizaje abierto	7	15	22
Muy favorable para cursos teóricos	8	12	20
Potencializó el dominio de NTICs	10	10	20
Compatibiliza con el trabajo	6	13	19
Favorece la autorregulación	9	10	19
Desarrolla ciertas potencialidades	5	13	18
Favorable para la educación universitaria	1	17	18
Favorable para la investigación	2	16	18
Más eficiente que la presencialidad	3	14	17
Requiere de proyección y visión institucional	5	11	16
Adquirió mayor valor en pandemia	2	14	16
Requiere proceso de adaptación	9	7	16
Favorece la multidisciplinariedad	2	13	15
Facilita la transdisciplinariedad	5	10	15

Código	Enraizamiento	Densidad	Índice de emergencia
Favorece el aprendizaje colaborativo	5	10	15
Requiere proceso de capacitación	9	6	15
Irrumpió ante un problema global	8	5	13
Transformó el sistema educativo universitario	4	9	13
El docente es pieza clave del aprendizaje	7	6	13
Cursos prácticos requieren preespecialidad	10	2	12
Favorece la creatividad	5	7	12
La aceptación de la virtualidad ha sido transitoria	8	4	12
Facilita los aprendizajes significativos	1	10	11
Favorece el desarrollo de clase invertida	4	7	11
Favorece el aprendizaje por retroalimentación	4	4	8
Los estudiantes esperan el retorno a las aulas	4	4	8
Hay tolerancia ante fallas de conectividad	3	4	7
No garantiza autorregulación	3	3	6
Espacio de encuentro con nuevos compañeros	1	5	6
E-learning requiere de planificación	2	4	6

3.2. Coocurrencia

A lo largo del discurso de los estudiantes se ha encontrado que el 12.99% corresponde al informante 1, el 16.88 al informante 2, el 7.79% al informante 3, el 19.48% al informante 4, el 24.67% al informante 5 quien tiene un discurso más cargado y un 18.10 % al informante 6. Por otro lado, según el peso del discurso, lo más importante para estudiantes son los procedimientos con un 36.36%, seguido de las creencias con un 33.77%, finalmente los sentimientos con un 29.87 %. (Ver tabla 2)

 Tabla 2

 Coocurrencia códigos de informantes estudiantes al modelo e-learning

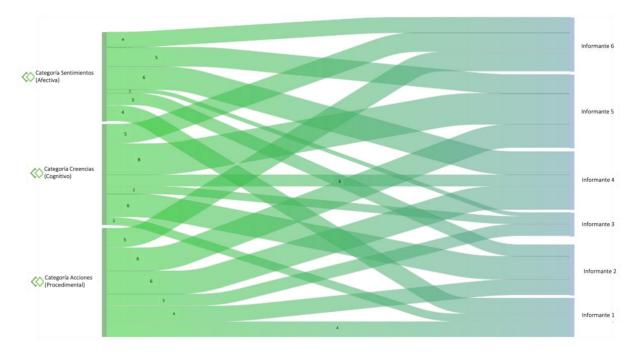
	Inf	ormar	nte 1	Inf	ormant	e 2	ln	formant	e 3	Inf	orman	te 4	Inf	orman	te 5	Inf	forman	te 6		Total	es
Estudiantes	Abs	Col	Tab	Abs	Col	Tab	Abs	Col	Tab	Abs	Col	Tab	Abs	Col	Tab	Abs	Col	Tab	Abs	Col	Tab
Categoría Acciones (Procedimenta I) Gr=46; GS= 12	4	40.0 %	5.20 %	4	30.77 %	5.20 %	3	50.00%	3.90 %	6	40.0 %	7.79 %	6	31.58 %	7.79 %	5	35.71 %	6.49	28	L00 %	36.36 %
Categoría Creencias (Cognitiva) Gr=47; GS= 12	2	20.0	2.60	6	46.15 %	7.79 %	2	33.33 %	2.60	3	20.0	3.90	8	42.11 %	10.39 %	5	35.71 %	6.49 %	26	LOO %	33.77 %

	Inf	ormar	nte 1	Inf	formant	e 2	Inf	formant	te 3	Inf	ormar	ite 4	Inf	orman	te 5	Inf	orman	te 6		Total	es
Estudiantes	Abs	Col	Tab	Abs	Col	Tab	Abs	Col	Tab	Abs	Col	Tab	Abs	Col	Tab	Abs	Col	Tab	Abs	Col	Tab
Categoría Sentimientos (Afectiva) Gr=40; GS= 12	4	40.0 %	5.20 %	3	23.08 %	3.90 %	1	16.67 %	1.30 %	6	40.0 %	7.79 %	5	26.32 %	6.49	4	28.57 %	5.20 %	23	L00 %	29.87 %
Totales	10	100 %	12.99 %	13	100 %	16.88 %	6	100 %	7.79 %	15	100 %	19.48 %	19	100 %	24.67 %	14	100 %	18.18 %	77	L00 %	100 %

Según el diagrama *Sankey* al analizar los flujos del discurso en estudiantes se observa que para la categoría sentimientos el informante 4 brindó un mejor flujo del discurso logrando 6 códigos; para la categoría creencias el informante 5 tuvo una sobresaliente alocución alcanzando 8 códigos, mientras que para la categoría acciones los informantes 5 y 4 destacan con su discurso consiguiendo 6 códigos cada uno. (Ver figura 1)

Figura 1

Diagrama Sankey en estudiantes al modelo e-learning



A lo largo del discurso de los docentes se ha encontrado que el 23.21% corresponde al informante 1, al informante 2 y al informante 4; mientras que el 30.36% pertenece al informante 3. Por otro lado, según el peso del discurso, lo más importante para los docentes, son sus creencias el cual responde al campo cognitivo con un 37.50%, seguido de los procedimientos con un 32.14%, finalmente la categoría sentimientos con un 30.36 %. (Ver tabla 3)

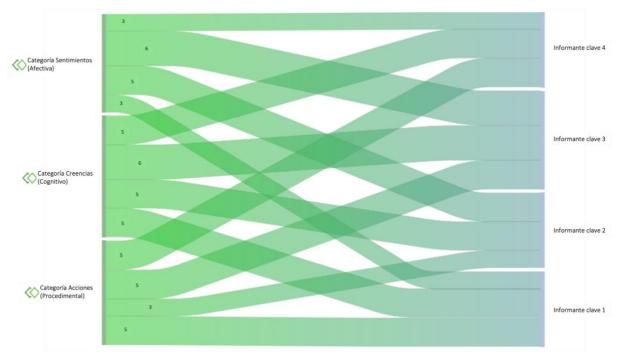
Tabla 3

Coocurrencia códigos de informantes docentes al modelo e-learning

		Informan	ite 1		Informant	e 2		Informan	te 3		Informar	nte 4		Tot	ales
Docentes	Abs	s Col	Tab	Abs	Col	Tab	Abs	Col	Tab	Abs	Col	Tab	Abs	Col	Tab
Categoría Acciones (Procedimental) Gr=46; GS= 12	5	38.46%	8.93%	3	23.08%	5.36%	5	29.41%	8.93%	5	38.46%	8.93%	18	100%	32.14%
Categoría Creencias (Cognitiva) Gr=47; GS= 12	5	38.46%	8.93%	5	38.46%	8.93%	6	35.29%	10.71%	5	38.46%	8.93%	21	100%	37.50%
Categoría Sentimientos (Afectiva) Gr=40; GS= 12	3	23.08%	5.36%	5	38.46%	8.93%	6	35.29%	10.71%	3	23.08%	5.36%	17	100%	30.36%
Totales	13	100%	23.21%	13	100%	23.21%	17	100 %	30.36%	13	100%	23.21 %	56	100%	100%

Según el diagrama *Sankey* al analizar los flujos del discurso en docentes se observa que para la categoría sentimientos el informante 3 brindó un mejor flujo del discurso logrando 6 códigos; para la categoría creencias también el informante 3 tuvo una sobresaliente alocución alcanzando 6 códigos, mientras que para la categoría acciones los informantes 1, 3 y 4 destacan con su discurso consiguiendo 5 códigos cada uno. (Ver figura 2)

Figura 2
Diagrama Sankey en docentes al modelo e-learning



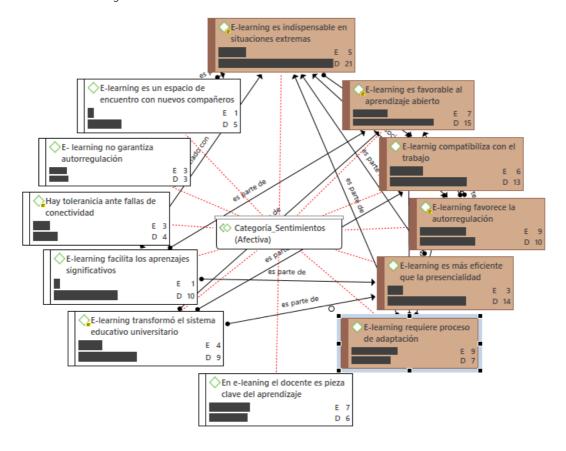
3.3. Redes semánticas

Categoría sentimientos

En la categoría sentimientos/afectiva se encontró que el modelo *e-learning* es favorable en situaciones extremas y ayuda al aprendizaje abierto; cuando las personas están distantes y tienen una reunión al otro lado del mundo se conectan con su dispositivo y permite que se autorregulen accediendo a varios eventos a la vez, por lo que compatibiliza con el trabajo; es más eficiente que la presencialidad para determinadas actividades y requiere de procesos de adaptación. Además, el docente es pieza clave del aprendizaje lo que ha permitido transformar el sistema educativo universitario ya que facilita los aprendizajes significativos en un contexto donde los estudiantes y docentes toleran los problemas de conectividad, sin garantizar la autorregulación y convirtiéndose en un espacio de encuentro con nuevos compañeros. (Ver figura 3).

Figura 3

Red semántica de la categoría sentimientos



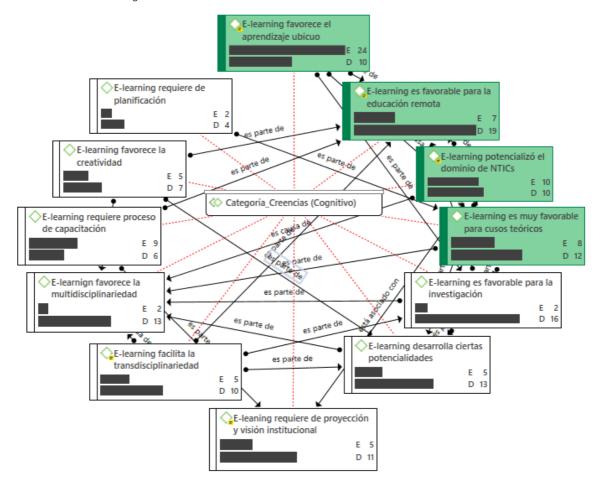
Categoría creencias

Para la categoría creencias/cognitiva se encontró que el modelo *e-learning* es favorable debido a su ubicuidad; beneficia a la educación remota que implica aprender con cualquier dispositivo; este utilitario potencia el dominio de las nuevas tecnologías de la informática y comunicación y es altamente favorable para los cursos teóricos que no necesitan de la presencialidad. Además, requiere que sea incorporado desde la misión, visión y el planeamiento estratégico de una universidad porque favorece los procesos de investigación, desarrolla las potencialidades de estudiantes y permite la transdisciplinariedad ya que se puede trabajar con universitarios

de diferentes partes del mundo; también favorece la multidisciplinariedad en la medida que se trabaje con las escuelas de otras facultades; es obvio que no es automático, sino que demanda de un proceso de capacitación y si los participantes logran un buen dominio va a desarrollar la creatividad; y no se puede hacer de manera improvisada, sino que demanda de planificación. (Ver figura 4)

Figura 4

Red semántica de la categoría creencias

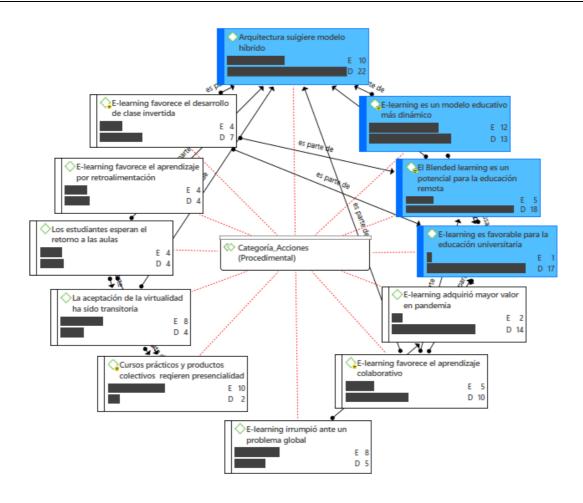


Categoría acciones

Para la categoría acciones/procedimental se encontró que en la escuela de Arquitectura se sugiere el desarrollo de un modelo híbrido en la que se valore el modelo *e-learning* por su dinamismo y compatibilidad con el *Blended learning* el cual permite potencializar la educación remota por ser favorable al sistema universitario. Además, la enseñanza virtual adquirió mayor valor en tiempos de pandemia e irrumpió ante este problema, lo que permitió el desarrollo de cursos prácticos y actividades colectivas cuya aceptación fue transitoria: sin embargo, favorece la ejecución del método aula invertida y el aprendizaje por retroalimentación ya que en el momento que desean pueden observar las grabaciones, no obstante, los universitarios esperan ansiosos el retorno a las aulas. (Ver figura 5).

Figura 5

Red semántica de la categoría acciones



4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados señalan que la actitud docente al modelo *e-learning* ayuda la ubicuidad y ejecución del modelo híbrido, dado a que se puede efectuar desde diferentes partes por favorecer el desarrollo de la educación remota, vinculante con la cuarta revolución industrial. De hecho, estas consideraciones se afirman en Novoa Castillo et al. (2020) y Arias Ortiz et al. (2021) quienes indicaron que el aprendizaje ubicuo es un modelo necesario para ritmos vertiginosos y tiempos de hiperconexión ante los cambios culturales lo que permite mayor flexibilidad y mejor personalización. Mientras que la educación remota y el modelo híbrido fueron disruptivos y paralelos, ofrece grandes oportunidades para mejorar el acceso a la calidad de enseñanza al capitalizar los recursos tecnológicos, impulsa la digitalización acelerada, su flexibilidad y calidad, lo cual permite adaptarse a diferentes contextos y sistemas educativos.

También el modelo *e-learning* puede ejecutarse en situaciones extremas por su dinamismo y favorece el aprendizaje abierto con un alto beneficio para los cursos teóricos; potencializa el dominio de las nuevas tecnologías de la información y comunicación. En esa lógica, Toro Dupouy (2021) señala que este contexto dio paso a la pedagogía digital con la finalidad de llevar adelante el sistema educativo utilizando la tecnología disruptiva. También, Nicoli (2021) concluye que el aprendizaje abierto, su dinamismo al modelo *e-learning* y la gran facilidad para el desarrollo de los cursos teóricos se dio gracias a la optimización del uso de herramientas del

entorno virtual de aprendizaje con el fin de mantener funcionando el sistema educativo en un contexto de pandemia.

Por otro lado, los resultados determinan que el modelo *e-learning* compatibiliza con el trabajo de las personas, pues tienen la posibilidad de autorregular sus tiempos, horarios, espacios y compromisos, lo que permite desarrollar ciertas potencialidades como la responsabilidad. Estos alcances se asemejan al de Giayetto et al. (2020) quienes concluyeron que los estudiantes tuvieron mayor disposición de tiempo para organizarse, ordenarse y estudiar; mientras que los docentes lograron sus objetivos. Además, Juan-Lázaro y Area-Moreira (2022) indicaron que el modelo *e-learning* permitió la continuidad pedagógica, promovió la autorregulación en estudiantes y mejoró la gestión del tiempo tanto en docentes como estudiantes.

También el modelo *e-learning* es muy bueno para la educación universitaria por lo que debe considerarse en la misión, visión y planeamiento estratégico de las universidades ya que potencializa la investigación; en ciertos aspectos, es más eficiente que la presencialidad y, en tiempos de pandemia, adquirió mayor valor. Estos resultados son semejantes a los de Romero Alonso et al. (2021) y Muñoz-Murcia et al. (2022) quienes concluyeron que la coyuntura forzó al sistema universitario a ejecutar la enseñanza remota y puso a prueba el dominio de competencias digitales en los docentes lo que permitió la interacción entre docentes y estudiantes a través de los recursos virtuales la cual fue positiva y satisfactoria para su aprendizaje lo que mejoró su rendimiento académico.

Es importante resaltar que a lo largo del discurso de los estudiantes se encontró que el peso más relevante recae en las acciones o procedimientos, tales como sugerir a la escuela de Arquitectura un modelo híbrido, por hacer de la enseñanza virtual más dinámica y compatible con el *Blended learning* que permita potencializar la educación remota y que hace de este un modelo más favorable para el sistema universitario. Los resultados concuerdan con los de Arias Ortiz et al., (2021) quienes indicaron que la educación remota y el modelo híbrido fueron disruptivos y paralelos que ofrecieron grandes oportunidades para mejorar el acceso a la calidad de enseñanza al capitalizar los recursos tecnológicos característico del interaccionismo simbólico de Blúmer, pues Retondaro (2015) menciona que la interacción se da por la influencia social autorregulada y creativa; así como de la teoría conectivista de Siemens (2010) quien plantea que el aprendizaje y el conocimiento se da por medio de las redes y se conoce como aprendizaje para la era digital.

Asimismo, a lo largo del discurso de los docentes se encontró que lo más importante para ellos son sus creencias el cual responde al campo cognitivo y se detectó que el modelo *e-learning* es favorable debido a su ubicuidad; es decir, favorece a la educación remota que implica aprender con cualquier dispositivo; este utilitario potencia el dominio de las nuevas tecnologías de la informática y comunicación y es altamente favorable para los cursos teóricos que no requieren de la presencialidad. Resultados semejantes se encontraron en Velázquez Gatica y López Martínez (2021), quienes sugieren la incorporación del aprendizaje continuo, el uso e integración de la tecnología para aprender en cualquier lugar y en cualquier momento. Por otro lado, Fidalgo-Blanco et al. (2022) determinaron que la educación remota viene mejorando, responde a la cuarta revolución industrial y favorece el aprendizaje entre iguales cuyo producto es el sistema de gestión del conocimiento a través de las herramientas virtuales. Asimismo, Posada Zapata y Carmona Parra (2021) afirman que interaccionismo simbólico considera al sujeto como un generador posibilidades con libertad y creatividad situado en un mundo

cambiante de ubicuidad, educación remota y uso de NTICs; para ello Behzad et al., (2021); Cueva Delgado et al. (2020); Siemens, (2010) indican que el conectivismo sustenta su aprendizaje en un proceso de interacción entre personas y redes de la *Web* en la que cada ser es responsable de su propia educación mediante conexiones y nodos.

Si bien es cierto la categoría sentimientos o campo afectivo, en el discurso de estudiantes y docentes está en el tercer nivel sin distar mucho de la preferencia del primero y segundo; no deja de ser interesante dado a que los hallazgos demuestran que el modelo e-learning es favorable en situaciones extremas y ayuda al aprendizaje abierto; esto quiere decir que si las personas están distantes y si tienen una reunión al otro lado del mundo se conectan con su dispositivo y permite que se autorregulen accediendo a varios eventos a la vez, por lo que compatibiliza con el trabajo; es más eficiente que la presencialidad para determinadas actividades y requiere de procesos de adaptación. Desde dicha perspectiva Piñera Gonzáles (2021) concluye que los docentes tuvieron la capacidad de adaptarse al uso de recursos tecnológicos y se observó que hubo la suficiente disposición de los profesionales para la educación virtual. Además, consideran que el uso de herramientas digitales fue favorable en sus estudiantes. Sin embargo, Salica (2022) halló que en la experiencia tecno pedagógica virtual requiere de la adaptación y la necesidad de implementar capacitaciones que generen la adquisición de competencias digitales en diferentes contextos. Ante ello, Coronel de León (2022) y Fauzi (2022) consideran que el aprendizaje de la persona, según el conectivismo, es un proceso continuo gracias al progreso de las tecnologías de información y comunicación, la vertiginosa información que fluye en la comunidad, el uso de ambientes digitales y la experiencia de los individuos o nodos. Por su lado, el interaccionismo simbólico según Blúmer (1982) y Gadea (2018) las personas actúan con libertad, en función al otro y a los símbolos generados por la interacción y comunicación entre ellos.

Se concluye:

Conforme a los hallazgos obtenidos, la actitud docente al modelo *e-learning* en el VI ciclo de la escuela de Arquitectura fue favorable en los docentes y los estudiantes quienes percibieron que la enseñanza de sus docentes fue positiva y también favorable; dichos hallazgos se sustentan en sus creencias, sentimientos y actitudes, en las que se mejoraron los resultados académicos y el tránsito de lo presencialidad a la virtualidad se hizo sin problemas.

En el discurso de los estudiantes se encontró que el peso más relevante recae en las acciones o procedimientos, tales como sugerir a la escuela de Arquitectura un modelo híbrido, por hacer de la enseñanza virtual más dinámica y compatible con el *Blended learning*, potencializando así la educación virtual, lo que hace de este un modelo más favorable para el sistema universitario. Además, en el modelo el *e-learning* el docente es pieza clave del aprendizaje lo que ha permitido transformar el sistema educativo universitario ya que facilita los aprendizajes significativos en un contexto donde los estudiantes y docentes toleran los problemas de conectividad, sin garantizar la autorregulación y convirtiéndose en un espacio de encuentro con nuevos compañeros.

En el discurso de los docentes se halló que lo más importante para ellos son sus creencias el cual responde al campo cognitivo; el modelo *e-learning* es favorable debido a su ubicuidad; es decir, pueden aprender desde cualquier parte y consecuentemente favorece a la educación remota que implica aprender con cualquier dispositivo; este utilitario potencia el dominio de

las nuevas tecnologías de la informática y comunicación, y es altamente favorable para los cursos teóricos que no requieren de la presencialidad. Además, el *e-learning* como modelo educativo requiere que sea incorporado desde la misión, visión y el planeamiento estratégico de una universidad porque sabemos que favorece los procesos de investigación, desarrolla las potencialidades de los estudiantes y permite la transdisciplinariedad y la multidisciplinariedad; es obvio que no es automático, sino que precisa de un proceso de capacitación y si los involucrados logran un buen dominio va a desarrollar la creatividad; y no se puede hacer de manera improvisada, sino que requiere de planificación.

Si bien es cierto la categoría sentimientos o campo afectivo, en el discurso de estudiantes y docentes está en el tercer nivel sin distar mucho de la preferencia del primero y segundo; no deja de ser interesante dado a que los hallazgos demuestran que el modelo *e-learning* es favorable en situaciones extremas y ayuda al aprendizaje abierto; a la vez compatibiliza con el trabajo; es más eficiente que la presencialidad para determinadas actividades y requiere de procesos de adaptación. Además, la enseñanza remota adquirió mayor valor en tiempos de pandemia e irrumpió ante este problema, permitiendo el desarrollo de cursos prácticos y actividades colectivas cuya aceptación ha sido transitoria, pero favorece la ejecución del método aula invertida y el aprendizaje por retroalimentación ya que en el momento que desean pueden observar las grabaciones; sin embargo, los estudiantes esperan ansiosos el retorno a las aulas.

5. REFERENCIAS

- Arias Ortiz, E., Dueñas, X., Elacqua, G., Giambruno, C., Mateo Díaz, M. y Pérez Alfaro, M. (2021). Hacia una educación 4.0: 10 módulos para la implementación modelos híbridos. Banco Interamericano de Desarrollo. https://cutt.ly/mLdklAr
- Baquedano, R. (2021, 27 de enero). Entrevista en profundidad: del diseño al análisis (con ejemplos). *Freed*. https://freed.tools/blogs/ux-cx/entrevistas-profundidad
- Behzad, N., Razak Bin, C. H. y Naghmeh, N. (2021). Connectivism: Promising Constructs to the E-Learning Systems Success Icoten, 1-7 https://ieeexplore.ieee.org/document/9493566
- Blumer, H. (1982). *El interaccionismo simbólico: perspectiva y método*. Hora. S.A. https://www.academia.edu/33815657/El Interaccionismo Simbolico Perspectiva y Metodo Blumer 1 pdf
- Casero Béjar, M. de la O. y Sánchez Vera, M. del M. (2022). Cambio de modalidad presencial a virtual durante el confinamiento por Covid-19: percepciones del alumnado universitario. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(1), 242-255. https://doi.org/10.5944/ried.25.1.30623
- Chanto, C. y Peralta, M. (2021). De la Presencialidad a la Virtualidad Ante la Pandemia de la Covid-19: Impacto en Docentes Universitarios. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 15(2), e1342. https://doi.org/10.19083/ridu.2021.1342

- Chiecher, A. C. (2022). Docentes en pandemia. Actitudes hacia las tecnologías y percepciones de la enseñanza virtual. Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación", 22(2), 1-30. https://doi.org/10.15517/aie.v22i2.48680
- Coronel de León, I. C. (2022). Conectivismo, rompiendo paradigmas en la educación universitaria. Una mirada desde la sociedad del conocimiento. *Revista Arbitrada Del CIEG Centro de Investigación y Estudios Gerenciales*, 54, 159-168. https://revista.grupocieg.org/wp-content/uploads/2022/02/Ed.54159-168-Coronel-Isabel.pdf
- Cueva Delgado, J. L., García Chávez, A. y Martínez Mooina, O. A. (2020). La toma de decisiones es, en sí misma, un proceso de aprendizaje. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. 2(21), 1-29. https://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/download/1975/2033/
- Fauzi, M. A. (2022). E-learning in higher education institutions during COVID-19 pandemic: current and future trends through bibliometric analysis. *Heliyon*, 8(5), 2-10. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9110018/
- Fidalgo-Blanco, A., Sein-Echaluce, M. L., y García-Peñalvo, F. J. (2022). Método basado en Educación 4.0 para mejorar el aprendizaje: lecciones aprendidas de la COVID-19. RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 25(2). https://doi.org/10.5944/ried.25.2.32320
- Fuster Guillen, D. E. (2019). Qualitative Research: Hermeneutical Phenomenological Method. *Propósitos y Representaciones*, 7(1), 201 – 229. http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.267
- Gadea, C. A. (2018). El interaccionismo simbólico y sus vínculos con los estudios sobre cultura y poder en la contemporaneidad. *Revista Sociológica*, 33(95), 39-64. http://www.scielo.org.mx/pdf/soc/v33n95/2007-8358-soc-33-95-39.pdf
- García Montero, I. y Bustos Córdova R.M. (2020). La autorregulación del aprendizaje en tiempos de pandemia: una alternativa viable en el marco de los procesos educativos actuales. *Diálogos sobre educación*. 12 (22). https://doi.org/10.32870/dse.v0i22.914
- Giayetto, V. O., Peirotti, M. G., Aimaretto, C. B. R. y Vera, M. A. (2020). Modalidad virtual en una disciplina en la carrera de Medicina en tiempos de pandemia: percepción de los estudiantes. *Revista de Docencia Universitaria*, 18(2), 67-80 https://doi.org/10.4995/redu.2020.14040
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana. https://cutt.ly/BP1Xjh2
- Hernán-García, M., Lineros-González, C. y Ruiz-Azarola, A. (2022). Cómo adaptar una investigación cualitativa a contextos de confinamiento. *Gac Sanit* 35(3), 298-301. https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.06.007

- Juan-Lázaro, O. y Area-Moreira, M. (2022). Autorregulación en e-learning con insignias y eportfolios: investigación de diseño. Revista *Campus Virtuales*, 11(2), 107-119. http://uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/1130/553
- Méndez García, R. M. (2007). Las actitudes de los estudiantes hacia la universidad como indicador de calidad. Universidad de Santiago de Compostela. https://cutt.ly/MK6tcBM
- Muñoz-Murcia, N. M. Camargo Mayorga, D. A. y Gómez-Contreras, J.L. (2022). Percepciones sobre el aprendizaje contable en línea por parte de estudiantes de la modalidad presencial: un análisis usando SEM. *Encuentros*, 20 (1), 118-134. http://ojs.uac.edu.co/index.php/encuentros/article/view/2808
- Navarro, R., López, R. y Caycho G. (2021). Retos de los docentes universitarios para el diseño de experiencias virtuales educativas en pandemia. *Desde el Sur*, 13(2), 1-19. https://doi.org/10.21142/DES-1302-2021-0017
- Nicoli, D. A. (2021). Actitudes de los docentes frente a los entornos virtuales de aprendizaje. Ciencia Latina. *Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 14154-14171. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1379
- Novoa Catillo, P. F., Cansino Verde, R. F., Uribe Hernández, Y. C., Garro Aburto, L. L. y Meléndez Ilizarbe, G. S. (2020). El aprendizaje ubicuo en el proceso de enseñanza aprendizaje. Revista Multi-Ensayos, 2–8. https://doi.org/10.5377/multiensayos.v0i0.9331
- Organización de Estados Iberoamericanos -OEI (2022). Informe Diagnóstico sobre la educación superior y la ciencia post COVID-19 en Iberoamérica. Perspectivas y desafíos de futuro.

 Banco de Desarrollo de América Latina. ISBN: 978-84-86025-25-0
- Padrón Guillén, J. (2007). Tendencias Epistemológicas de la Investigación Científica en el Siglo XXI. *Cinta de Moebio,* 28, 1-28. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2284734.pdf
- Piñero González, F. (2021). El viraje educativo, de la presencialidad a la Educación a Distancia en tiempos de pandemia (COVID-19). *Revista de Investigación*, 45(102), 286-305. https://revistas.upel.edu.ve/index.php/revinvest/article/view/9019
- Posada Zapata, I., y Carmona Parra, J. (2021). El Interaccionismo Simbólico de Mead y el Argumento en favor del Indeterminismo de Popper. *Revista. CES Psico*, 14(3), 171-190. https://dx.doi.org/10.21615/cesp.5599
- Presidencia del Consejo de Ministros. (2020, 15 de marzo). Decreto Supremo que declara Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del Covid-19. *El Peruano*. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/566448/DS044-PCM 1864948-2.pdf
- Retondaro, O. (2015). Sistemas de innovación (Learning by Interacting): antecedentes teóricos en los aportes de George Herbert Mead. *Panorama*, 9 (17), 62-72. https://eds.s.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=5ccb3e51-e744-486c-8a42-daf9ee54b74e%40redis

- Romero Alonso, E.R., Tejada Navarro, C.A. y Núñez, O. (2021). Actitudes hacia las TIC y adaptación al aprendizaje virtual en contexto Covid-19, alumnos en Chile que ingresan a la educación superior. *Perspectiva Educacional*, 60(2), 99-120. http://dx.doi.org/10.4151/07189729-Vol.60-Iss.2-Art.1175
- Salica, M. (2022). La formación de los futuros profesores de física en contexto de incertidumbre: experiencia de la práctica docente d-learning. *Tecné, Episteme y Didaxis,* 1(51), 187-204. https://doi.org/10.17227/ted.num51-12859
- Siemens, G. (2010). Conociendo el conocimiento. Grupo Nodos Ele. http://davidal.es/wp-content/uploads/2020/09/Siemens.Conociendoelconocimiento.pdf
- Tecnológico de Monterrey (2021, 26 de abril). Tipos de investigación cualitativa que debes conocer en 2021. *ITESM*. https://blog.maestriasydiplomados.tec.mx/tipos-de-investigaci%C3%B3n-cualitativa-2021
- Toro Dupouy, L. (2021). *E-Learning. Nuevas tendencias en la formación online: el impacto de las tecnologías disruptivas*. Universitat de Barcelona. https://marketing.onlinebschool.es/Prensa/Informes/Informe%200BS%20E-Learning.pdf
- Velásquez-Cueva, H. I. y Maguiña-Vizcarra, J. E. (2022). Las Adaptaciones Curriculares para el Aprendizaje no Presencial de los Docentes del Nivel Secundario. *Polo del Conocimiento*, 7 (3), 874-890. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8399850.pdf
- Velázquez Gatica, B. y López Martínez, R. E. (2021). Análisis crítico del concepto "aprendizaje ubicuo "a través de la Cartografía Conceptual. *RIED-Revista de Educación a Distancia*, 66(21), 6-30. http://dx.doi.org/10.6018/red.430841

Para citar este artículo:

Rodríguez Paredes, S. A., y Ledesma Pérez, F. E. (2023). Explorando la actitud docente en el elearning: Un enfoque cualitativo desde la perspectiva de docentes y estudiantes. Edutec. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (84, 70-88). https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84.2625

EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa

Número 84 - Junio 2023

El impacto del covid-19 en habilidades digitales del siglo XXI en educación superior

The impact of covid-19 on 21th Century digital skills in higher education

- Francisco León Pérez; fklion@hotmail.com
- Moramay Ramírez Hernández; mramirezh@uttecamac.edu.mx
 - Angelina Díaz Alva; <u>adiaza@uttecamac.edu.mx</u>
 Universidad Tecnológica de Tecámac (México)
 - Teresa Guzmán Flores; teresa6106@gmail.com
 Universidad Autónoma de Querétaro (México)

Resumen

El objetivo de esta investigación fue determinar el impacto del confinamiento producido por la covid-19 sobre la autopercepción de habilidades digitales del siglo XXI en estudiantes de educación superior. La metodología consistió en un estudio longitudinal, analizando la autopercepción de estas habilidades antes de la pandemia y después de levantar el confinamiento. Los datos se obtuvieron mediante la aplicación una encuesta a muestras de 356 y de estudiantes antes y después confinamiento, respectivamente. Se realizó análisis de componentes principales con rotación varimax. Los resultados muestran que la forma de trabajar durante la pandemia impactó positivamente en la autopercepción sobre las habilidades digitales del siglo XXI a estudiantes de educación superior, pues aumentó casi 14%. La limitante del estudio fue que solo se analizaron dos mediciones, por lo que aún no se puede definir una tendencia. Se concluye que el estudiantado ha acogido las TIC como un medio natural para comunicarse y colaborar de forma no presencial para resolver problemas académicos, por lo que el camino apunta hacia la creación y el fortalecimiento de metodologías y técnicas que aprovechen esta inercia en contextos educativos no presenciales y mixtos.

Palabras clave: habilidad, digital, pandemia, TIC,

virtual

Abstract

The aim of this research was to determine the impact of the confinement produced by covid-19 on the self-perception of the 21st century digital skills in higher education students. The methodology consisted of a longitudinal study, analyzing the selfperception of these skills before and after the confinement. The data was obtained by applying a survey to samples of 356 and 2072 students before and after confinement, respectively. A principal component analysis with varimax rotation was performed. The results show that the way of working during the pandemic had a positive impact on the self-perception of 21st century digital skills in higher education students, since it increased by almost 14%. The limitation of the study was that only two measures were analyzed, so a trend cannot yet be defined. It is concluded that the students has accepted ICT as a natural means to communicate and collaborate remotely to solve academic problems, so the way forward is the creation and strengthening of methodologies and techniques that take advantage of this inertia in virtual educational and mixed contexts.

Keywords: skill; digital; pandemic; ITC; virtual



Recibido: 07-03-2023 Aceptado: 20-06-2023

Página 89

1. INTRODUCCIÓN

Como todo cambio de escenario, el producido por las medidas preventivas para combatir la pandemia ocasionada por el covid-19 abrió una oportunidad de investigación. Muy útiles resultan los estudios en los que es posible comparar resultados obtenidos previos a la pandemia con los obtenidos durante o después de que las medidas de confinamiento fueran levantadas, pues es posible definir hipótesis sobre cómo el confinamiento pudo impactar a los objetos de estudio.

Por ello, es natural que la pandemia diera lugar a un gran número de investigaciones que miden variables que resultaron afectadas y su posible impacto en diversas áreas del conocimiento, como en el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) o los procesos educativos. Entre algunos de ellos se encuentra el de Montaudon-Tomas et al (2022), quienes identifican las diferencias entre las habilidades digitales que poseían los docentes antes de la pandemia y las adquiridas a raíz del trabajo remoto; el de Recuero (2021), que indaga sobre el uso que han hecho los españoles durante la pandemia de las nuevas tecnologías con el propósito de determinar si se han producido o no nuevos comportamientos; el de Montaña et al (2020), que miden el impacto de la pandemia de covid-19 en los hábitos y el consumo de medios en España; el de Saiz-Manzanares et al (2020), que busca diferencias significativas en la satisfacción de los estudiantes con el proceso docente entre el primer año de pandemia y el segundo; el de Hernandez-Abad (2020), que busca "descubrir el impacto de aprender a gestionar las emociones en el rendimiento académico de los estudiantes ante un cambio de metodología educativa, en este caso por cuestiones de la pandemia" (p. 57).

Organismos internacionales que son referentes importantes en materia educativa han generado propuestas para mitigar los efectos de la pandemia en el ámbito educativo, por ejemplo, el Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (IESALC) realizó un seguimiento del impacto global de la pandemia de covid-19 en la educación superior, donde describe los efectos, pero también las lecciones aprendidas, principalmente en torno a las habilidades necesarias para enfrentar el cambio tecnológico (IESALC, 2022). También el Banco Mundial (BM, 2020) publicó información acerca de los efectos negativos de la pandemia por covid-19 en el campo educativo, lo cual consideró una amenaza para el avance de la educación en el mundo y está trabajando en propuestas de recuperación en este ámbito. Por su parte, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2020) generó un grupo de cultura, inclusión y habilidades digitales, con el fin de promover una cultura digital impulsando el desarrollo de las habilidades digitales. Además, el Banco Interamericano para el desarrollo (BID, 2022) enfatiza sobre los enormes rezagos producidos por el covid-19 en la educación superior, así como también está realizando un análisis de las nuevas tendencias en formación de habilidades que se requieren hoy en día, pues es necesario seguir preparando a los estudiantes para la era digital, por lo cual es importante evaluar sus habilidades y competencias digitales con el fin de fortalecerlas (Abrosimova, 2020).

Habilidades del siglo XXI

Las habilidades del siglo XXI surgen a partir del reconocimiento de que el siglo actual exige un conjunto muy diferente de habilidades y competencias de las personas para que puedan funcionar eficazmente en el trabajo, como ciudadanos y en su tiempo libre (Ananiadou & Magdalean, 2009).

Se reconocen como habilidades del siglo XXI, de forma general y no exclusiva, a la comunicación, la colaboración, el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad, la operación básica de las TIC, el liderazgo y el autoaprendizaje, tomando como base lo expuesto por los autores e instituciones siguientes (sin omitir mencionar que existen más fuentes de información que coinciden en la definición general de estas habilidades): Wegerif y Mansour (2010), que definen a las habilidades necesarias en la era del conocimiento, conocidas como las siete C; Fullan y Langworthy (2013) indican que en el corto plazo se puede trabajar con los estudiantes en ciertas habilidades blandas para mejorar el aprendizaje (proyecto The New Pedagogies for Deep Learning); Anderson (2010), quien indica que los estudiantes necesitan nuevas habilidades y, con ellas, equiparlos para afrontar los retos de la vida actual, mencionando a las habilidades para el siglo XXI; el Foro Económico Mundial, que indica que la educación debe enfatizar en capacidades para cooperar en el trabajo con individuos con diferente formación y competencias, así como desarrollar la capacidad de desafiar, confrontar y valorar críticamente ideas diferentes (Schwab & Sala-i-Martín, 2016); el Centro de Investigación de Desarrollo Internacional (IDRC, por sus siglas en inglés), que indica que las habilidades del siglo XXI son necesarias "para participar activamente en la sociedad actual, marcada por una economía basada en el conocimiento, la alta conectividad, y el intercambio de información" (Fedesarrollo, 2016, p. 10); la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), que hace un análisis sobre las políticas para fomentar habilidades en los mexicanos para la productividad y la innovación (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2015); Intel, Microsoft y Cisco (2013), que realizaron una comparativa de las definiciones de habilidades del siglo XXI presentadas por las siguientes organizaciones internacionales: Partnership for 21st Century Skills, Comisión de Lisboa, International Society for Technology in Education (ISTE), Proyecto Educational Testing Service (ETS) iSkills, Programme 32 on International Student Assessment (PISA) de la OCDE, y National Assessment of Educational Progress (NAEP) de la ETS.

Habilidades digitales del siglo XXI

Las TIC fungen hoy en día como herramientas de mediación del aprendizaje que fomentan en el estudiantado la adquisición de habilidades (Gonzalez-Zamar, Abad-Segura., & Belmonte-Ureña, 2020). Aunado a esto, con el surgimiento de la pandemia, las habilidades digitales fueron estratégicas para que la planta docente pudiera enseñar de manera efectiva y también fueron utilizadas de manera disruptiva (Perifanou, Economides, & Tzafilkou, 2021).

Ahora bien, la incorporación de las TIC como un componente del propio constructo de habilidades del siglo XXI ha sido considerada también en la literatura. Una aproximación general de ello en la educación secundaria se puede identificar en el trabajo de Shield y Chugh (2018). De forma particular, Zhao (2018) presenta un estudio del desarrollo del pensamiento crítico a través del uso de herramientas de tecnologías de la información (2018). También existen estudios sobre la colaboración de las TIC en el proceso educativo (Garcia-Valcarcel, Basilotta, & López, 2014; Da Silva, 2018); sobre el fomento de la creatividad a través de las TIC (Rabanillo, 2018); así como sobre la comunicación a través de medios digitales, tanto en docentes (Ramos-Perez, 2021), como en estudiantes e, incluso, con adultos mayores (Garcia Gonzalez, Bohorquez Gomez-Millan, & Rubio Rubio, 2017).

Pero, de forma más precisa, surgió el concepto de habilidades digitales del siglo XXI (van-Laar et al, 2017), cuyos autores agregan el contexto digital a las habilidades del siglo XXI, presentando un marco que las soporta, el cual establece siete habilidades básicas (habilidad técnica, gestión de información, comunicación, colaboración, creatividad, pensamiento crítico y resolución de problemas), y cinco habilidades contextuales que solo se consideran como apoyo de las primeras.

La investigación sobre la medición de estas habilidades es aún incipiente, pero los creadores de tal constructo publicaron un instrumento para realizar la medición de las habilidades digitales del siglo XXI en profesionales activos (van-Laar et al, 2018).

2. MÉTODO

El estudio es de corte longitudinal, pues se analizan los cambios producidos a través del tiempo en las mismas variables, comparando los resultados obtenidos sobre la autopercepción de habilidades digitales del siglo XXI en estudiantes de educación superior antes de la pandemia (estudio pre-pandemia) y después de levantado el confinamiento (estudio post-confinamiento). Los estudios longitudinales han ido en aumento en el área de las ciencias sociales en los últimos tiempos (Poveda Najar, Reid García, Mahecha Vásquez, & Caballero Olivares, 2021).

Los constructos comparados fueron los factores emergentes del análisis de componentes principales (ACP), usando rotación varimax, aplicado a los datos obtenidos en ambos momentos.

Población y muestra

La población considerada fueron estudiantes de dos universidades públicas del centro de México, con más de seis semestres de estudio en sus respectivas carreras. La técnica de muestreo utilizada fue el muestreo no probabilístico por conveniencia. El detalle de cada muestra se presenta en la tabla 1.

Tabla 1Descripción de las muestras de los estudios

	Muestra del estudio pre-pandemia	Muestra del estudio post-confinamiento
Nivel de confianza	95%	99%
Margen de error	5%	2%
Tamaño	356	2072
Media	22 años, 9 meses	20 años, 3 meses
Desviación estándar	2 años, 3 meses	2 años, 4 meses
Mujeres	59.5%	52%
Hombres	40.5%	48%

Instrumento

El cuestionario aplicado se construyó con base en seis instrumentos validados que miden habilidades del siglo XXI (Wilkins, Bernstein y Bekki, 2015; Van-de-Ven & Ferry, 2000; Kaufman, 2012; Van-Deursen et al, 2012; Van-Deursen et al, 2012; Sosu, 2013). Estos instrumentos se eligieron a través de revisiones sistemáticas que siguieron los principios de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses (PRISMA) (Moher et al, 2010), y fueron adaptados agregándoles el componente digital para darles el enfoque de habilidades digitales del siglo XXI.

El cuestionario se integró por cuatro preguntas categóricas y 68 indicadores numéricos, en escala de medición Likert de cinco opciones, siendo 1 la opción de percepción de habilidad más baja y 5 la percepción de habilidad más alta.

El proceso de validez de contenido se realizó mediante la revisión de los modelos teóricos de los instrumentos originales, y mediante la evaluación de expertas de universidades de México y de España; incluyó una prueba piloto para depurar la redacción y mensaje de los ítems. Se calculó el Alpha de Cronbach en ambas aplicaciones, obteniendo 0.944 y 0.956, reflejando una muy alta consistencia interna. La validez interna se confirmó con el análisis de componentes principales.

Procedimiento

La aplicación pre-pandemia del instrumento se hizo de forma escrita, los investigadores acudieron personalmente a realizar las encuestas, teniendo oportunidad de resolver dudas y verificar que fueran contestadas completamente. La aplicación post-confinamiento se llevó a cabo a través de un formulario electrónico (razón por la cual se pudo tener una muestra de mayor tamaño). En las dos aplicaciones, la cantidad de datos faltantes fue menor al 1%, por lo que el método de imputación fue la sustitución por la media de las respuestas de la variable correspondiente.

En ambos casos, se contó con el aval de las autoridades escolares implicadas para realizar la aplicación de las encuestas. Se dejó claro a las encuestadas y los encuestados que sus respuestas eran anónimas y que serían utilizadas única y exclusivamente para el desarrollo de esta investigación.

Análisis

Para el análisis de los datos recabados se utilizaron las aplicaciones de software de acceso libre JASP y Jamovi. La media general resultante de la autopercepción sobre habilidades digitales del siglo XXI en el estudio pre-pandemia fue de 3.62 y en el estudio post-confinamiento fue de 3.98.

Para determinar la viabilidad de la aplicación de análisis factoriales a los datos, se calculó el coeficiente Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), así como la prueba de esfericidad de Bartlett, obteniendo los resultados mostrados en la Tabla 2.

 Tabla 2

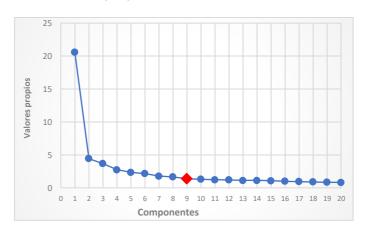
 Resultados de indicadores de viabilidad del análisis

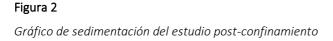
	Estudio pre-pandemia	Estudio post-confinamiento
Coeficiente Kaiser-Meyer-Olkin	.925	.981
Prueba de esfericidad de Barttlet	$x^2 = 15339$	$x^2 = 113332$
	p = <.001	p = < .001

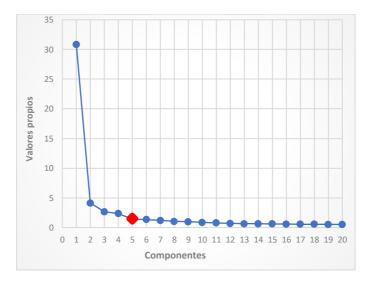
El valor del coeficiente KMO es un estadístico que calcula la proporción de varianza en las variables que pueden ser causadas por factores subyacentes, y un valor cercano a 1, como en este caso, indica que un análisis factorial puede ser útil. El valor alto de x^2 y el nivel de significancia (p) muy inferior a .05 de la prueba de esfericidad de Bartlett permiten descartar la hipótesis nula de que las variables analizadas no están correlacionadas en la muestra y, por lo tanto, indican también que los datos son adecuados para un análisis factorial.

Posteriormente, se generó el gráfico de sedimentación a partir de los datos recabados. Con base en el análisis de este gráfico (prueba de codo de Castell), se determinó que la cantidad adecuada de componentes. En el estudio pre-pandemia, la cantidad de componentes fue nueve, mientras que en el estudio post-confinamiento se redujo a cinco. Las Figuras 1 y 2 muestran los gráficos de sedimentación de ambos estudios.

Figura 1
Gráfico de sedimentación del estudio pre-pandemia







El rombo marca el punto a partir del cual los valores propios de los componentes inician una tendencia casi horizontal, es decir, que no llegan a integrar conceptos tan distinguibles de los demás. Por ello, la cantidad de componentes adecuada puede ser el número marcado por el rombo, en estos casos, nueve componentes para el estudio pre-pandemia y cinco para el post-confinamiento.

Se eligió el tipo de rotación varimax, la cual busca "maximizar las ponderaciones a nivel del factor, es decir, se espera que cada ítem o variable sea representativo en solo uno de ellos, con el fin de minimizar al máximo el número de variables dentro de cada factor" (Méndez Martínez & Rondón Sepúlveda, 2012, p. 205).

Posteriormente, se generó la matriz de cargas factoriales, en la que se obtuvo el grado de correspondencia de las variables con cada uno de los componentes. Con esos valores se integró cada variable en el componente que mejor ajustara y se procedió a la caracterización de cada uno de ellos, de acuerdo con la fundamentación teórica en la que se basa el instrumento.

Finalmente, se realizó un análisis comparativo entre los resultados obtenidos en el estudio pre.pandemia y en el post-confinamiento, considerando la cantidad de componentes resultantes en el análisis de componentes principales y su definición en ambos estudios.

3. RESULTADOS

Los componentes que emergieron de cada estudio se presentan en las tablas 3 y 4, incluyendo el porcentaje de varianza explicada y el Alpha de Cronbach.

Tabla 3

Componentes resultantes del ACP del estudio pre-pandemia

Componente	Porcentaje de varianza explicada	Alpha de Cronbach
1. Comunicación	28.62 %	0.932
2. Pensamiento crítico y solución de problemas	6.17 %	0.902
3. Habilidad técnica	5.09 %	0.843
4. Uso de TIC por el profesorado	3.82 %	0.550
5. Gestión de información	3.24 %	0.857
6. Creatividad general	2.99 %	0.854
7. Creatividad técnica	2.47 %	0.795
8. Proyectos académicos	2.02 %	0.753
9. Uso de las TIC por el estudiantado	1.93 %	0.720

 Tabla 4

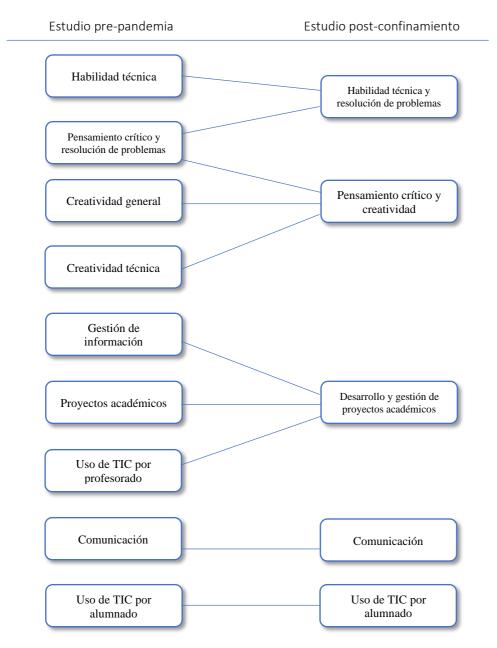
 Componentes resultantes del ACP del estudio post-confinamiento

Componente	Porcentaje de varianza explicada	Alpha de Cronbach
1. Pensamiento crítico y creatividad	20.03%	0.970
2. Desarrollo y gestión de proyectos académicos	14.52%	0.953
3. Comunicación	11.80%	0.946
4. Habilidad técnica en dispositivos móviles	9.23%	0.905
5. Uso de las TIC por estudiantes	6.24%	0.841

En el estudio pre-pandemia emergieron nueve componentes y en el estudio postconfinamiento se unieron varios de ellos para obtener solamente cinco componentes. La relación econceptual entre los componentes se presenta en la Figura 3.

Figura 3

Componentes obtenidos en ambos estudios, según el ACP



En el estudio pre-pandemia destaca la unión del Pensamiento crítico con la Resolución de problemas, factores que han ido de la mano conceptualmente desde hace tiempo, por ejemplo, el Foro Económico Mundial define al pensamiento crítico com "la capacidad de identificar, analizar y evaluar situaciones, ideas e información con el fin de resolver problemas" (World Economic Forum, 2015: 3). Sin embargo, en el estudio post-confinamiento, los indicadores correspondientes al constructo de Resolución de problemas se fusionaron con los de Habilidad técnica (en dispositivos móviles), lo cual revela que el estudiantado usó los móviles durante el confinamiento de tal forma que utilizarlos para la resolución de problemas se percibe como una acción cotidiana, equiparable a cualquier otra actividad personal, considerando al dispositivo una parte indispensable de su dinámica diaria, y no solo como una herramienta de apoyo.

En el estudio pre-pandemia, el constructo de Creatividad fue separado en Creatividad general y Creatividad técnica; esta última se refiere principalmente a usar la creatividad en actividades que requieran conocimiento especializados (como la creación innovadora de un programa de cómputo). En el estudio post-confinamiento, la creatividad no sufre tal separación, pero sí se une con el Pensamiento crítico, lo cual podría explicarse bajo la lógica de que durante la pandemia se desarrolló en mayor medida la creatividad del estudiantado debido a la forma remota de trabajo, se promovió la autonomía y, aunque representó un gran reto, en el corto plazo promovió en el estudiantado la búsqueda de nuevas formas de analizar situaciones y problemáticas, apoyándose en las TIC; así, la creatividad utilizando las TIC se percibe como un elemento que apoya a la potencialización del pensamiento crítico.

La Comunicación (a través de medios digitales, como las videoconferencias), la Habilidad técnica (que se refiere a la capacidad de utilizar adecuadamente dispositivos móviles), la Gestión de información (utilizando las TIC), los Proyectos académicos, el Uso de TIC por el profesorado y el Uso de TIC por el alumnado son constructos que en el estudio pre-pandemia se reflejaron cada uno de forma independiente.

En el estudio post-confinamiento, los ítems correspondientes a la Gestión de información, los Proyectos académicos y el Uso de TIC por el profesorado integraron un solo factor, denominado Desarrollo y gestión de proyectos académicos. La cantidad de proyectos escolares apoyados por las TIC durante el confinamiento se incrementó de tal manera que ahora no se nota la separación entre la búsqueda y gestión de información para proyectos escolares y para asuntos no relacionados con ellos. Además, esto indica que existe relación entre la realización de los proyectos académicos y el uso que el profesorado ha hecho de las TIC, ya que los proyectos que se han realizado han sido evaluados por el profesorado de forma natural a través de las TIC.

Con relación a la Comunicación a través de TIC, en el estudio post-confinamiento, este componente agrupó a los mismos indicadores que el estudio pre-pandemia. La percepción promedio del estudiantado antes de la pandemia fue de 3.62, pero después del confinamiento aumentó hasta 3.94 (en una escala del 1 al 5), lo cual indica que en la actualidad el estudiantado se autopercibe con mejores capacidades para establecer diálogos académicos en la educación a distancia que antes de la pandemia.

El uso de las TIC por estudiantes agrupó a las mismas variables que antes de la pandemia, debido a que este rubro lo integran variables relacionadas con el uso de las TIC en el aula, percepción que no se vio afectada, pues estas actividades fueron suspendidas.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La literatura actual contempla el estudio del impacto de la pandemia en las habilidades digitales, tanto en docentes como en estudiantes. Por un lado, en esta pandemia la planta docente ha intentado sistemáticamente replicar la experiencia de la clase presencial (Picon, González de Caballero, & Paredes Sánchez, 2021) y, en general, no se han aplicado las TIC en programas basados en diseño instruccional para aprovechar las ventajas de la educación a distancia o híbrida, por lo que sus habilidades digitales fueron escasamente aumentadas. Por el lado de las y los estudiantes, el escenario es similar, pues existen estudios pre-pandemia en

los que se evalúan las competencias digitales de estudiantes, y en algunos artículos, identificados en una revisión sistemática, se encontró que el estudiantado consideraba sus competencias digitales altas (Henriquez-Coronel, Gisbert Cervera, & Fernández Fernández, 2018), resultados que no varían mucho de los de Segrera-Arellana, Paez-Logreira y Polo-Tovar (2020), en el que se analizan las competencias ya considerando el factor de la pandemia, y en los que concluye que la mayoría de las y los estudiantes se consideran en el nivel avanzado. Así, se aprecia que el uso forzado de tecnologías como consecuencia del confinamiento parece no haber impactado a las habilidades digitales ni del profesorado ni del estudiantado.

Sin embargo, las habilidades digitales del siglo XXI sobre las que trata este trabajo parecen comportarse de otra forma; al tratarse de habilidades blandas mediadas por tecnología, la percepción ha sido distinta. La forma de trabajar del estudiantado ha impactado en su percepción sobre sus habilidades digitales del siglo XXI, se autoperciben con mejores capacidades, pues el promedio con relación a estas habilidades se incrementó en un 13.74% durante la pandemia. Además, han acogido a las TIC como una forma natural de comunicarse, colaborar y resolver problemas en actividades académicas.

Los cambios identificados en los resultados del estudio post-confinamiento con relación al estudio pre-pandemia han generado reflexiones con respecto al posible impacto que la forma de trabajar durante la pandemia ha tenido en las habilidades digitales del siglo XXI en estudiantes de educación superior. Así, por ejemplo, notamos que el uso obligado de las TIC por la pandemia terminó por motivar la creatividad estudiantil al momento de utilizar el pensamiento crítico en el proceso educativo no presencial.

La fusión de la Resolución de problemas y la Habilidad técnica en dispositivos móviles sugiere una relación casi de dependencia, y no solo como lo mencionan Ledesma y Villaverde (2019) cuando indican que los dispositivos móviles son potenciales aliados de la educación, al resaltar su aporte en la resolución de problemas y otras habilidades, pero solo como herramientas de apoyo.

La triada de Proyectos académicos, la Gestión de información y el Uso de las TIC por parte del profesorado ha mostrado una evolución significativa a través del tiempo de la mano del avance de la tecnología, desde que Badia y García (2006) mencionaron que el grupo de trabajo es clave para el desarrollo de proyectos y la comunicación mediada por la tecnología en entornos de aprendizaje demandaba gran cuidado en la homogeneidad durante el trabajo, hasta estudios contemporáneos como el de Latta (2019), que indica que aún existen deficiencias en el uso de las TIC por parte del profesorado en el desarrollo de proyectos. En este sentido, los resultados del presente estudio sugieren que la habilidad del profesorado en el uso de las TIC parece no influir en el estudiantado con respecto a la forma en como desarrollan sus proyectos.

En instituciones educativas con programas presenciales, el uso de la tecnología como herramienta en el proceso comunicativo antes de la pandemia obedecía a situaciones muy específicas. El uso obligado de la tecnología durante el confinamiento explica que la habilidad de comunicación haya aumentado, pues durante ese periodo la educación se desarrolló totalmente a distancia. Sería interesante saber si esta percepción decae luego de cierto tiempo de regresar a las actividades presenciales.

Es importante hacer notar que el proceso educativo desarrollado a distancia durante la pandemia no determinó un incremento en las habilidades y competencias digitales de las y los estudiantes (en el caso del profesorado, es posible debatir este punto), pero este trabajo muestra que la educación a distancia sí potenció el desarrollo de sus habilidades blandas, o habilidades del siglo XXI.

Este estudio longitudinal puede ser replicado después de un periodo más, y comparar nuevamente los resultados, para conocer las nuevas percepciones y definir hipótesis a partir de considerar nuevas variables existentes.

En general, la autopercepción en la educación superior muestra que las habilidades digitales del siglo XXI se desarrollaron durante la pandemia como consecuencia del uso de las TIC de forma natural, principalmente por los dispositivos móviles y por el desarrollo de proyectos a distancia. Por ello, es conveniente crear y fortalecer metodologías y técnicas que aprovechen esta inercia en los contextos educativos, de lo contrario, es muy probable que los métodos de enseñanza tradicionales vuelvan a establecerse como lo eran antes de la pandemia y se perdería una gran oportunidad del uso menos genérico de las TIC en la educación, sino enfocado en desarrollar habilidades específicas en el estudiantado, tanto en contextos presenciales como no presenciales.

5. REFERENCIAS

- Abrosimova, G. A. (2020). Digital Literacy and Digital Skills in University Study. *International Journal of Higher Education*, 52-58. DOI: https://doi.org/10.5430/ijhe.v9n8p52
- Ananiadou, K., & Magdalean, C. (2009). 21st Century Skills & Competences for New Millennium Learners in OECD Countries. OECD Publishing.
- Anderson, J. (2010). ICT Transforming Education: A Regional Guide.
- Badia, T., & Garcia, C. (2006). Incorporación de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje basados en la elaboración colaborativa de proyectos [artículo en línea]. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 3(2), 42-54. DOI: http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v3i2.286
- Banco Interamericano para el desarrollo (BID) (2022). El futuro del trabajo en América Latina y el Caribe 9 ¿Cuáles son las tendencias en educación postsecundaria?, Washington: Banco Interamericano para el desarrollo.
- Banco Mundial (BM) (2020). COVID-19: Impacto en la educación y respuestas de política pública. Washington: Grupo Banco Mundial. Plan Ceibal, colaboración y TIC. Aproximación a la implementación de una propuesta situada en Uruguay. *Revista Iberoamericana de Psicología: Ciencia y Tecnología*, 48-58. Recuperado de: https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33696?locale-attribute=es
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2020). Construcción de metodologías comparativas e indicadores para medir el uso de TIC y sus impactos en el salón de clase. Santiago: UNESCO. Fedesarrollo. (2016). Fedesarrollo. Recuperado de: https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/2946

- Fullan, M., & Langworthy, M. (2013). Towards a new end: New pedagogies for deep learning. *Collaborative Impact*, 1-37.
- Garcia Gonzalez, F., Bohorquez Gomez-Millan, M., & Rubio Rubio, L. (2017). Competencias comunicativas mediadas en estudiantes universitarios mayores. Alfabetización tecnológica como experiencia innovadora. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 67-77. DOI: https://doi.org/10.17398/1695-288X.16.1.67
- Garcia-Valcarcel, A., Basilotta, V., & López, C. (2014). Las TIC en el aprendizaje colaborativo en el aula de Primaria y Secundaria. *Comunicar*, 65-74. DOI: http://dx.doi.org/10.3916/C42-2014-06
- Gonzalez-Zamar, M.-D., Abad-Segura., E., & Belmonte-Ureña, L. J. (2020). Aprendizaje significativo en el desarrollo de competencias digitales. *International Journal of Educational Research and Innovation* (IJERI), 91-110. DOI: http://dx.doi.org/10.46661/ijeri.4741
- Hernandez-Abad, G. (2020). Gestión de las emociones en tiempos de pandemia y su impacto en el rendimiento académico. *UCV Hacer*, 9(4), 55–64. DOI: http://dx.doi.org/10.18050/ucv-hacer.v9i4.2634
- Henriquez-Coronel, P. M., Gisbert Cervera, M., & Fernández Fernández, I. (2018). La evaluación de la competencia digital de los estudiantes: una revisión al caso latinoamericano. *Chasqui: Revista Latinoamericana de Comunicación*, 93-112.
- IESALC (2022). ¿Reanudación o Reforma? Seguimiento del impacto global de la pandemia de COVID-19 en la educación superior tras dos años de disrupción. Ed. Caracas: UNESCO.
- Intel, Microsoft, Cisco. (2013). *Transforming Education: Assessing and Teaching the Skills Needed in the 21st Century.*
- Kaufman, J. (2012). Counting the muses: Development of the Kaufman domains of creativity scale (K-DOCS). *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 6(4), 298-308. DOI: https://doi.org/10.1037/a0029751
- Latta, C. (2019). Uso de las TIC para proyectos productivos en las instituciones educativas del municipio Zona Bananera. Magdalena. Colombia. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 2542-3088. DOI: http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v4i7.202
- Ledesma, P., & Villaverde, M. (2019). Dispositivos móviles como herramientas pedagógicas del siglo XXI. En N. Moreno Cáceres, *Educación STEM/STEAM: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos*. Caracas, Venezuela: Fondo Editorial Universitario Servando Garcés.
- Méndez Martínez, C., & Rondón Sepúlveda, M. A. (2012). Introducción al análisis factorial exploratorio. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 197-207.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D., & Prisma Group (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336-341. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2010.02.007

- Montaña, M., Ollé Castellà, C., & Lavilla Raso, M. (2020). Impacto de la pandemia de Covid-19 en el consumo de medios en España. *Revista Latina de Comunicación Social*, 155-167.
- Montaudon-Tomas, C. M., Pinto-López, I. N., & Amsler, A. (2022). Digital Skills in Times of the COVID-19 Pandemic: The Case of Faculty in Mexican Higher Education Institutions. In S. Ramlall, T. Cross, & M. Love (Ed.), Handbook of Research on Future of Work and Education: Implications for Curriculum Delivery and Work Design (pp. 400-421). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-7998-8275-6.ch024
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2015). *México. Políticas* prioritarias para fomentar las habilidades y conocimientos de los mexicanos para la productividad y la innovación. París: OCDE.
- Perifanou, M., Economides, A. A., & Tzafilkou, K. (2021). Teachers' Digital Skills Readiness During COVID-19 Pandemic. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 238-239. DOI: https://doi.org/10.3991/ijet.v16i08.21011
- Picon, G. A., González de Caballero, G. K., & Paredes Sánchez, J. N. (2021). Desempeño y formación docente en competencias digitales en clases no presenciales durante la pandemia COVID-19. *ARANDU UTIC*, 139-153. DOI: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.778
- Rabanillo, M. (2018). *Creatividad y TIC como alternativa a la educación tradicional*. Valladolid: Universidad de Valladolid. Escuela de Ingeniería Informática de Valladolid.
- Ramos-Perez, Y. (2021). Competencias comunicativas digitales en los docentes para la educación virtual en tiempos de pandemia. Universidad de Cartagena.
- Recuero, F. (2021). La utilización de las nuevas tecnologías digitales durante la pandemia de COVID-19: ¿nuevos comportmientos? En M. C. Tornay-Marquez, I. Sánchez-Lopez, & D. Jaramillo. *Inclusión y activismo digital: participación ciudadana y epoderamiento desde la diversidad* (págs. 445-464). Madrid: Dykinson S.L.
- Schwab, K., & Sala-i-Martín, X. (2016). World Economic Forum. Obtenido de *The Global Competitiveness Report 2016–2017*. Recuperado de: https://www3.weforum.org/docs/GCR2016-2017/05FullReport/TheGlobal Competitiveness Report2016-2017 FINAL.pdf
- Saiz-Manzanares, M., Casanova, J., Lencastre, J., Almeida, L., & Martín-Antón, L. (2020). Student satisfaction with online teaching in times of COVID-19. [Satisfacción de los estudiantes con la docencia online en tiempos de COVID-19]. *Comunicar*, 35-45. DOI: https://doi.org/10.3916/C70-2022-03
- Segrera-Arellana, J. R., Paez-Logreira, H. D., & Polo-Tovar, A. A. (2020). Competencias digitales de los futuros profesionales en tiempos de pandemia. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 221-231.
- Shield, R., & Chugh, R. (2018). Preparing Australian High School Learners with 21st Century Skills. International *Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering*

- (*TALE*) (págs. 1101-1106). Wollongong, NSW, Australia: IEEE. DOI:10.1109/TALE.2018.8615207
- Van-De-Ven, A., & Ferry, D. (2000). OAI Unit Member Questionnaire. En Lawler, E.E., & Seashore, S.E. (Eds.), *Measuring and assessing organizations* (pp. 552-552). Minneapolis: John Wiley & Sons. https://doi.org/10.2307/2392488
- Van-Deursen, A., Van-Dijk, J., & Peters, O. (2012). Proposing a survey instrument for measuring operational, formal, information, and strategic internet skills. *International Journal of Human-Computer*Interaction, 28, 827-837. https://doi.org/10.1080/10447318.2012.670086
- Van-Laar, E., van-Deursen, A., van-Dijk, J., & de Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, 577-588. DOI: https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.010
- Van-Laar, E., van-Deursen, A. J., van-Dijk, J. A., & de Haan, J. (2018). 21st-century digital skills instrument aimed at working professionals: Conceptual development and empirical validation. *Telematics and Informatics*, 2184-2200. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.08.006
- Wegerif, R., & Monsour, N. (2010). A Dialogic Approach to Technology-Enhanced Education for the Global Knowledge Society. En M. Khine, & I. Saleh, *New Science of Learning*. New York, NY.: Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-5716-0 16
- Wilkins, K.G., Bernstein, B.L., & Bekki, J.M. (2015). Measuring communication skills: The STEM interpersonal communication skills assessment battery. *Journal of Engineering Education*, 104(4), 433-453. https://doi.org/10.1002/jee.20100
- World Economic Forum (2015). New vision for education unlocking the potential of technology. https://bit.ly/1EUgOi8 Yasin, R.M., & Yunus, N.S. (2014). A meta-analysis study on the effectiveness of creativity approaches in technology and engineering education. *Asian Social Science*, 10(3), 242-252. https://doi.org/10.5539/ass.v10n3p242
- Zhao, J. (2018). Thinking Critically with Data: Technology, Curriculum and the Cases. *International Joint Conference on Information, Media and Engineering (ICIME)* (págs. 274-277). Osaka, Japan: IEEE. DOI: 10.1109/ICIME.2018.00064

Para citar este artículo:

León Pérez, F., Ramírez Hernández, M., Díaz Alva, A., y Guzmán Flores, T. (2023). El impacto del covid-19 en habilidades digitales del siglo XXI en educación superior. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (84, 89-103). https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84.2813

EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa

Número 84 - Junio 2023

Videolecciones: el toque humano en una virtualidad instalada

Video lessons: the human touch in an established blended learning

- Eugenio Martinez Canto; emcanto@fi.mdp.edu.ar
 - Sandra Baccelli; sandraba@fi.mdp.edu.ar
- Laura Distéfano María midistefano@fi.mdp.edu.ar Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina)

Resumen

Este artículo explora el impacto del uso de materiales audiovisuales en los procesos de enseñanza y aprendizaje, particularmente en la asignatura Análisis Matemático A de las carreras de Ingeniería, en la Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina). Se presentan las distintas etapas en el diseño, elaboración e implementación de diversos recursos. Los contenidos abordados a través de estos materiales corresponden a Curvas Planas. Como parte del proceso de uso de estos materiales se implementó la modalidad conocida como Aula Invertida, donde la actividad del estudiante tiene lugar antes y durante la clase presencial. El marco teórico utilizado para analizar didácticos es el aspectos Enfoque Ontosemiótico. La evaluación de estos materiales y de su impacto se efectuó a través de encuestas a docentes y estudiantes. Estos últimos valoraron positivamente estos recursos y mostraron preferencia por aquellos videos con la presencia visible de un profesor explicando en lugar de presentaciones de PowerPoint con voz en off. Se extendió la implementación de este tipo de materiales hacia otros contenidos de la asignatura. De esta manera, se favorece tanto la participación activa del estudiante en su proceso de aprendizaje como un acercamiento a las preferencias de una generación nativa digital.

Palabras clave: videolecciones, virtualidad, aula invertida, curvas planas, enfoque ontosemiótico

Abstract

This article explores the impact of using audiovisual materials on the teaching-learning processes, particularly in a course of Calculus A for Engineering degree programs at the National University of Mar del Plata (Argentina). The different stages in the design, elaboration, and implementation of various resources are presented. The contents covered through these materials correspond to Polar and Parametric Equations. As part of the process of using these materials, the modality known as Flipped Classroom was implemented, where the student's activity takes place before and during the in-person class. The theoretical framework used to analyze the didactic aspects is the Ontosemiotic Approach. The evaluation of these materials and their impact was carried out through teachers and students surveys. The latter valued these resources positively and showed a preference for videos with the visible presence of a teacher explaining instead of PowerPoint presentations with voice-over. The implementation of this type of material has also been extended to other contents of the course. In this way, this approach promotes active student participation in the learning process and focuses on the preferences of a digital native generation.

Keywords: video lessons, blended learning, flipped classroom, ontosemiotic approach



Recibido: 11-05-2023 Aceptado: 30-06-2023

Página 104

DOI: https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84.2893

1. INTRODUCCIÓN

En este artículo se presentan algunos aspectos referidos al diseño e implementación de materiales audiovisuales para estudiantes universitarios, teniendo en cuenta el modo en que la tecnología ha impactado sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje, donde los estudiantes son nativos digitales y la mayoría de los docentes no lo son. Esto podría ser consecuencia de la existencia de una brecha generacional entre docentes y estudiantes, diferencia que acarrea ciertas implicancias y una de ellas podría ser que el concepto de "tecnología" percibido por ambas partes sea sensiblemente diferente.

Mientras que desde la mirada del docente tradicional pueda resultar novedosa una presentación en PowerPoint o una clase grabada en video, nos enfrentamos a una generación de estudiantes que creció mirando YouTube y para quienes la dinámica diaria está marcada por plataformas sociales como WhatsApp, Instagram y TikTok, cuyos contenidos duran segundos o escasos minutos y con una elevada carga dinámica y audiovisual. Es más, quizás estos tres datos ilustren con mayor claridad la idea que se quiere exponer: para este público ya existen redes sociales anticuadas (Facebook), generalmente no utilizan la PC y no utilizan el correo electrónico si no son forzados a hacerlo. Su concepción es que, si algo es útil, tiene que caber en el bolsillo. En este contexto, captar la atención de estos estudiantes es un gran desafío y resulta necesario incorporar recursos tecnológicos más actuales.

Desde este lugar y haciendo eco de las necesidades de la cátedra Análisis Matemático A —de aquí en adelante AMA— de la Facultad de Ingeniería perteneciente a la Universidad Nacional de Mar del Plata, se decidió iniciar un trabajo sobre Curvas Planas (paramétricas y polares), una unidad de contenidos que presentaba ciertas inconsistencias al ser abordada: a pesar de ser muy utilizada y necesaria en asignaturas que tienen a AMA como correlativa inmediata, hasta el año 2019 no recibía asignación de horas de teoría en cronograma y apenas uno o dos encuentros en las clases prácticas.

Se pensó entonces en la elaboración de una serie de clases grabadas en video, que articulen las características que podrían considerarse valiosas de una clase presencial (la figura docente, la escritura sobre una pizarra, la oralidad) con las posibilidades que permite la post producción. Entre ellas se podrían destacar: la elaboración de una presentación y un cierre, la incorporación de imágenes, animaciones, música y efectos sonoros, la posibilidad de presentar gráficos estáticos y dinámicos, pizarras y entornos virtuales, así como prácticamente cualquier idea creativa que pueda surgir durante el diseño de la clase y que colabore en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esta profunda intervención digital en la etapa de post producción, implica una serie de aspectos a considerar previamente: se debe contar con entorno visual y acústico adecuado, equipamiento técnico y conocimientos en informática.

La ejecución de esta idea pasó por diferentes etapas de diseño, implementación y evaluación, atravesada por un factor adicional no previsto como fue la pandemia del COVID19.

El objetivo de este artículo es presentar algunos resultados obtenidos a partir de una experiencia de intervención sobre esta unidad, los cuales evidencian tanto aciertos como desaciertos que el lector puede valorar y considerar al momento de realizar alguna intervención similar.

La experiencia se dividió en cinco etapas progresivas y estuvo fuertemente marcada por un suceso tan abrupto e inesperado como fue la declaración de pandemia y sus inmediatas consecuencias sobre el desarrollo de la educación a nivel mundial. Este hecho, si bien no modificó la idea principal del proyecto, sí lo hizo sobre todo el contexto de trabajo y forzó a "recalcular" algunos objetivos secundarios, tiempos e instrumentos utilizados.

A fines del siglo pasado, investigadores buscaban respuesta a preguntas tales como ¿Qué función didáctica puede cumplir el video? ¿Cómo ha de ser su integración en el aula? ¿Qué concepción del video debe sustentarla? Respondiendo a estas y otras cuestiones, Ferrés (1992, p. 64) destacaba varias condiciones que son significativas para el aprendizaje: "Se ha demostrado que lo que una persona dice en la televisión no representa más que un 7% de lo que comunica realmente; un 38% de lo que comunica lo hace mediante el modo de expresarse (la voz, el ritmo de conversación, el vocabulario utilizado) y el 55% restante mediante las expresiones del rostro y los movimientos del cuerpo".

En otro orden, también se destacan ciertas desventajas que la literatura desarrolla sobre la utilización de videos en educación, tales como la desatención y pérdida del foco de estudio por parte del estudiantado (Zureick et al., 2018), el deterioro en la gestión y la organización de la clase (Behesti et al., 2018), y la falta de idoneidad de los vídeos de YouTube dentro del proceso de enseñanza y de aprendizaje (Burgos et al., 2020).

La educación de este tiempo impulsa a los educadores a buscar estrategias nuevas, como el uso del video, para promover en los estudiantes el aprendizaje en forma autónoma y colaborativa (Sarmiento et al., 2015). En este sentido, Salazar (2018) destaca su uso dentro y fuera del aula. La incorporación de estos recursos requiere de nuevas estrategias didácticas, de las que Rivera Tejada et al. (2023) hacen una revisión sistemática. Concluyen que es importante la motivación, la comunicación, la innovación y el trabajo colaborativos, entre otros aspectos, de manera planificada y autorregulada "que garanticen el logro de competencias del estudiante estimulando el trabajo colaborativo y de todo aquello que sea de su interés." (p. 130).

En lo relativo al grado de satisfacción con el uso de videos en los procesos de enseñanza y de aprendizaje en el nivel superior, Pattier y Ferreira (2022) concluyen que, tanto docentes como estudiantes, tienen un grado de satisfacción positivo. Destacan, además, que durante la pandemia estos procesos se vieron afectados negativamente.

2. MARCO TEÓRICO

Los conceptos teóricos y metodológicos que sustentan este trabajo se basan en el Enfoque Ontosemiótico de la Cognición y la Instrucción Matemática (EOS) de Godino, Batanero y Font (2009). Dicho marco integra diferentes corrientes de la didáctica de la matemática, otorgándole a una investigación aspectos tanto descriptivos como explicativos.

Uno de los constructos centrales en este enfoque es el de *práctica matemática*, considerada como toda actuación o expresión (verbal, gráfica, etc.) realizada por alguien para resolver problemas matemáticos, comunicar a otros la solución obtenida, validarla o generalizarla a otros contextos y problemas (Godino y Batanero 1994, p. 334)

Al sistema de prácticas operativas, discursivas y normativas para resolver situaciones problemáticas se lo denomina *significado* de un *objeto matemático*, entendiendo a este último como cualquier entidad material o inmaterial interviene en dichas prácticas, apoyando y regulando su realización (Godino et al., 2019).

En el EOS, se define la *Idoneidad Didáctica* como la articulación coherente y sistémica de seis componentes que resultan una guía para el análisis y la reflexión sistemática de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, con el propósito de mejorarlos progresivamente (Godino et al., 2009). Cada una de esas componentes se focaliza sobre distintos aspectos que intervienen en dichos procesos, dando lugar a seis dimensiones: epistémica, cognitiva, interaccional, mediacional, emocional y ecológica.

En la post pandemia, la cátedra de AMA consideró implementar las clases con un modelo didáctico distinto a las clases tradicionales, denominado *aula invertida*. Este modelo de instrucción lleva el trabajo de algunos procesos de aprendizaje fuera del aula, liberando el tiempo de clase presencial para que el profesor pueda facilitar y potenciar otros aspectos relacionados con el aprendizaje de los estudiantes (Bergmann y Sams, 2012). El aprendizaje fuera del aula implica un aprendizaje autorregulado en un entorno mediado por la tecnología. Para este tipo de contexto, González (2022) destaca los aspectos más relevantes y que, por tanto, se deben cuidar son: el papel del docente, la actitud del alumno, una planificación estratégica y el uso de herramientas tecnológicas para la interacción.

Con la metodología del aula invertida se apunta a la mejora tanto de la idoneidad mediacional como de la idoneidad interaccional. En este sentido, en investigaciones anteriores se analizaron valoraciones de algunas dimensiones de la idoneidad didáctica de una secuencia en un entorno virtual (Baccelli et al., 2021). Los resultados de dicha investigación muestran el grado de alcance obtenido en cada una de las dimensiones de la idoneidad y se proponen pautas sobre aquellas que aún requieren ser mejoradas.

3. MÉTODO

La investigación realizada es cuali-cuantitativa, de tipo exploratoria y descriptiva.

Los estudiantes que conforman las muestras cursan la asignatura AMA, que está ubicada en el primer cuatrimestre de las carreras de Ingeniería, en la Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina). Las cohortes que participaron en esta investigación corresponden a los años 2019, 2020, 2021 y 2022. La cantidad de estudiantes por cohorte es en promedio 400 estudiantes.

Los instrumentos utilizados en esta experiencia son de dos tipos: por un lado, los videos elaborados para la implementación de la experiencia y, por el otro, las encuestas diseñadas como parte de la evaluación de dicha experiencia.

Los videos fueron previamente planificados, con la presencia visible del profesor frente al pizarrón casi en todo momento. Este era un aspecto que resultaba de interés para la investigación respecto del impacto en los estudiantes, es decir si los mismos manifestaban alguna preferencia (o no) por videos en los que aparece la imagen física del docente. Todos los videos tienen un detallado trabajo de post producción, presentando animaciones elaboradas

previamente en GeoGebra y también capturas en video de la aplicación *Desmos* (para dispositivos móviles), o bien resaltando visualmente objetos a los que se requería que los estudiantes dirigieran su atención.

El entorno académico e institucional en el cual se presentaron los videos y las encuestas fue el aula virtual de AMA dentro del campus virtual de la Facultad cuya base es la plataforma libre Moodle.

En principio, se elaboraron cinco videos que fueron subidos a un canal de YouTube exclusivo de la cátedra. Si bien los estudiantes accedían a ellos desde enlaces ubicados en el aula virtual, los mismos fueron configurados con acceso libre. Esto último permitió obtener opiniones de otros estudiantes, externos a la institución, ampliando así el espectro de valoraciones.

En cuanto a las encuestas utilizadas, fueron diseñadas en Formularios de Google y también se utilizó el recurso "Encuestas" disponible en el aula virtual. La mayoría de las preguntas se diseñaron en la modalidad de opción múltiple y, en cada encuesta, se incluyó una pregunta abierta para que los estudiantes pudieran expresar libremente sus opiniones y/o abordar aspectos que quizás no habían sido contemplados en la encuesta. A continuación, se exhiben las preguntas de ambos instrumentos cuyos resultados son analizados en este artículo:

Las afirmaciones que se muestran a continuación formaron parte de la encuesta implementada para evaluar el impacto de los videos en los estudiantes, administrada en los años 2019, 2020 y 2021. Cada afirmación debía ser calificada usando la escala: (1) muy en desacuerdo, (2) en desacuerdo, (3) me da igual, (4) de acuerdo, (5) muy de acuerdo.

- El lenguaje utilizado en los videos es comprensible
- El ritmo de exposición es adecuado
- La duración es adecuada a los contenidos expuestos
- Es una ventaja poder verlos en cualquier momento
- Es una ventaja poder pausarlos y/o retroceder cada vez que sea necesario
- Podrían reemplazar a una clase teórica presencial
- Prefiero ver los videos a la lectura de un apunte teórico
- Los applets interactivos fueron útiles para cerrar algunas ideas antes de pasar a la ejercitación
- Me gustaría disponer de actividades similares sobre otros contenidos de la materia

En el año 2022, se implementó otra encuesta que indagó sobre la percepción por parte de los estudiantes acerca de la metodología de aula invertida. Dentro de esa encuesta se incluyeron las siguientes preguntas abiertas que ponen foco sobre los diferentes tipos de materiales disponibles:

Si consideramos los recursos:

- (A) VIDEOS con el profesor explicando
- (B) VIDEOS basados en presentaciones con voz en off
- (C) VIDEOS en los que se resuelven EJERCICIOS de la práctica
- (D) APPLETS interactivos de GeoGebra
- (E) APUNTES en PDF como los publicados en todas las unidades

- 1. ¿En qué orden los ubicarías, comenzando con el que considerás más importante para tu aprendizaje y último al menos importante? Por ejemplo: DABEC (sin agregar espacios)
- 2. Particularmente entre A y B, ¿podrías explicar por qué elegiste A antes que B, o B antes que A?

4. RESULTADOS

A continuación se describen cinco etapas en el diseño e implementación de la experiencia: (1) un análisis realizado con estudiantes y docentes que motivó la elaboración de los primeros cinco videos, (2) la mejora de éstos transformándolos en clases interactivas y su posterior valoración por parte de los estudiantes, (3) la incorporación y apreciación de las mismas en el marco de la declaración del aislamiento obligatorio por pandemia, (4) un estudio sobre la percepción de los estudiantes acerca de la nueva modalidad de cursado implementada al regreso a la presencialidad post pandemia y por último (5) el diseño e implementación de una nueva serie de videos acerca de Derivadas, considerando los resultados obtenidos en las etapas anteriores.

4.1. ETAPA 1: ¿Qué aspectos mejorar?

Casi todos los contenidos que se abordan en un primer curso de análisis matemático poseen una interpretación gráfica precisa. Esta forma de representación facilita, sin lugar a dudas, la visualización de la idea que subyace al concepto matemático, y que los estudiantes suelen perder de vista en las representaciones simbólicas formales y, a veces también, en las formulaciones en lenguaje natural. Contar con diversas representaciones gráficas, ya sean estáticas o dinámicas, permite a los estudiantes mejorar la construcción del significado de esos objetos matemáticos.

Es por esto que, cualquier aporte que permita colaborar en que los estudiantes trabajen estas ideas conceptuales es, desde el punto de vista de la investigación realizada, de gran valor. Mejorar la construcción de significado le permite al estudiante crear las estructuras del propio pensamiento matemático y lo habilitará a incorporar a futuro contenidos de mayor complejidad, probablemente con menor esfuerzo.

Desde este punto de vista, la primera pregunta que surgió fue: ¿sobre qué contenidos, de los abordados en AMA, puede mejorarse la disponibilidad de recursos para su enseñanza?

Para no realizar una elección arbitraria, se analizó cuáles eran las prácticas matemáticas (PM) asociadas a la asignatura. En ese proceso se identificaron 24 PM, las cuales fueron posteriormente validadas por parte de docentes de la cátedra y de otras asignaturas que tienen a AMA como correlativa, con el objetivo de mejorar la Idoneidad Ecológica de los procesos de enseñanza y de aprendizaje. De esta validación y en conjunto con los resultados obtenidos a partir de dos instrumentos implementados sobre un grupo de estudiantes (Martínez Canto et al., 2019), se pudo concluir que en relación a las PM asociadas a curvas paramétricas, polares y cartesianas no se observaba una construcción satisfactoria de significado, lo cual impactaba

negativamente en el desarrollo de algunos contenidos propios de esas asignaturas. Esto era de fácil observación en la asignatura Análisis Matemático B (AMB), en la que desde el inicio de la cursada se resuelven integrales definidas trabajando en forma paramétrica o en coordenadas polares con tanta o más frecuencia que en cartesianas.

Como herramienta para mejorar la apropiación de estos contenidos, se propuso la elaboración de una serie de videos breves que pongan foco sobre los conceptos, la visualización y la ejemplificación, evitando intencionalmente un exceso de formalidad que requiera un grado de abstracción que —en líneas generales— los estudiantes de primer año no poseen. El objetivo de estos videos es transmitir aquellas representaciones visuales que, como consecuencia de los años de formación y experiencia dentro y fuera del aula, habitan en la imaginación del docente cuando desarrolla los contenidos. Expresado con otras palabras, se buscó utilizar herramientas y recursos de la generación actual para intentar transmitir la experiencia de una generación anterior, combinando la presencia de la figura del docente con las posibilidades que ofrece la intervención digital y la post producción. Siguiendo este criterio, se elaboraron cinco videos acerca del tema. Todos son de acceso libre en la plataforma YouTube:

¿Qué es una curva paramétrica? ¿Cómo la graficamos? (Eugenio Martínez Canto, 2019a)

¿Cómo se convierte un par de ecuaciones paramétricas en una rectangular? (Eugenio Martínez Canto, 2019b)

¿Qué son las coordenadas polares? (Eugenio Martínez Canto, 2019c)

¿Cómo grafico una curva polar? (Eugenio Martínez Canto, 2019d)

¿Cómo convertir una curva polar en una rectangular o viceversa? (Eugenio Martínez Canto, 2019e)

Este recurso presentado sirve como primer paso en la propuesta de mejorar algunas características propias de la planificación de la asignatura en relación a estos contenidos: subsanar la ausencia de horas de teoría asignadas, mejorar las guías de actividades prácticas e invitar a los estudiantes a permitirse pensar en la existencia de otros sistemas de coordenadas.

De forma casual, la elaboración de estos videos coincidió cronológicamente con la puesta en funcionamiento del campus virtual de la Facultad de Ingeniería de la UNMDP y —en consecuencia— la creación de un aula virtual propia de la asignatura, donde se encontró el espacio institucional necesario para la publicación de este tipo de contenidos, garantizando el acceso por parte de todos los inscriptos.

Con el inicio del segundo cuatrimestre del año 2019 se presentó esta forma de introducir los contenidos correspondientes a la primera unidad, como un complemento al material escrito disponible.

Desde el inicio se percibió una buena aceptación general, en forma de comentarios directos sobre los videos publicados en YouTube por parte de internautas de distintas partes del mundo. A continuación, se citan algunos ejemplos:

Tarazona, D. (2021). Esta es literalmente la mejor explicación que he visto sobre este tema. [Comentario en el video *I - ¿Qué es una curva paramétrica? ¿Cómo la graficamos?*]. YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=D_4l1pQawdk&lc=Ugw73Kyx6TwMiEoiRZR4AaABAg

Pana, D. (2022). Increíble las explicaciones del profesor Eugenio, de verdad se nota su entendimiento y pasión por los temas. Un saludo cariñoso y un gran abrazo. [Comentario en el video *II - ¿Cómo se convierte un par de ecuaciones paramétricas en una rectangular?*]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=5-sdxGwDY-

M&lc=UgzyjCzwuOybkMIsoZ54AaABAg

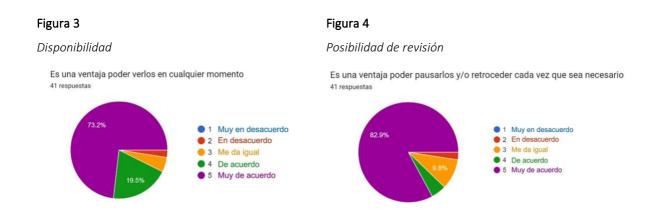
Johnx140. (2022). Wow! Me emocioné cuando presentaste el ángulo y dije "hoooo!" en la vida real, inmediatamente vi el valor de este sistema! Y tu ejemplo es perfecto para entenderlo y tu forma de explicar es intuitiva. ¡Gracias profe!. [Comentario en el video I-¿Qué son las coordenadas polares?]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=HL1NnmeY96k&lc=UgweUFcT7YeukDv IKR4AaABAg

Pero el interés de la investigación está centrado en los estudiantes de AMA y para ello fue necesario administrar alguna herramienta que permitiera obtener resultados concretos. Con tal objetivo, se envió una encuesta a todos los matriculados en el curso, obteniéndose 41 respuestas que reflejaban una valoración general del recurso ampliamente positiva. Se consideraron como valoraciones positivas la elección de las opciones "de acuerdo" y "muy de acuerdo". Con este criterio, se observa que aproximadamente el 75% consideró adecuado el ritmo (Figura 1) y la duración (Figura 2) de los videos.

En todos los casos, las referencias de los gráficos circulares que se muestran corresponden a la siguiente escala:



En relación a la versatilidad que propone la existencia de videos subidos a la nube, aproximadamente el 90% valoró la posibilidad de verlos en cualquier momento (Figura 3) y poder pausar y retroceder a demanda (Figura 4).



En las encuestas realizadas, se contrastó este nuevo recurso con los ya conocidos y utilizados anteriormente: apuntes teóricos y clases presenciales tradicionales. En este sentido, la mayoría (65%) manifestó preferencia por los videos frente a un apunte teórico (Figura 5). Sin embargo, esto no se replicó cuando se presentaron los videos como un reemplazo de la presencialidad (Figura 6).



4.2. ETAPA 2: ¿Cómo generar mayor interactividad?

Con intenciones de mejorar la idoneidad interaccional, se trabajó sobre el entorno del recurso elaborado transformando cada uno de los cinco videos en una denominada "clase interactiva": un micrositio web elaborado en plataforma GeoGebra. En el mismo se incluyó un breve instructivo, el video explicativo, ejercicios sobre los contenidos desarrollados y algunas actividades interactivas incluyendo cuestionarios basados en animaciones y applets de GeoGebra donde el estudiante puede relacionarse con los contenidos de forma interactiva.

Dichos applets fueron diseñados cuidadosamente con el fin de que los estudiantes puedan:

- Distinguir el movimiento relativo a ambos ejes coordenados, de un punto perteneciente a una curva expresada a través de dos ecuaciones paramétricas.
- Interpretar el sistema de coordenadas polares, comparándolo en forma simultánea con el sistema de coordenadas cartesianas
- Utilizar GeoGebra para la representación gráfica de puntos pertenecientes a curvas polares.

El objetivo de esta intervención fue por un lado establecer una clara diferencia respecto de las posibilidades que ofrece una clase presencial tradicional, y por el otro permitir una mejor interacción entre los contenidos y los estudiantes, pasando estos de ser observadores pasivos a activos entendiendo que este cambio podría mejorar la apropiación de los conceptos desarrollados en cada una de las clases,

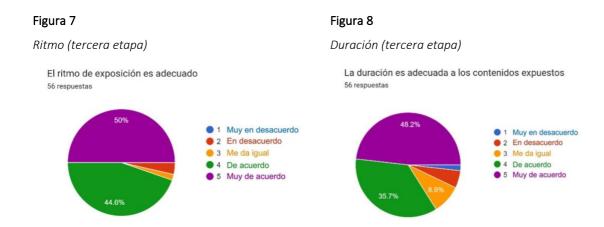
En el siguiente enlace se muestra una de las clases interactivas a modo de ejemplo, correspondiente a la primera parte (curvas paramétricas 1)

<u>Clase interactiva 1 (Curvas paramétricas): ¿Qué son?</u> (Eugenio Martínez Canto, 2019)

4.3. ETAPA 3: Mismo material, diferente contexto

Comenzando el primer cuatrimestre del año 2020, la declaración de pandemia y su consecuente aislamiento obligatorio forzó a virtualizar de manera abrupta todos los contenidos de la asignatura. La existencia de estas cinco clases interactivas que fortuitamente corresponden a la primera unidad, generó un lapso que permitió contar con el mínimo de tiempo necesario para poder ir produciendo el material correspondiente a las unidades posteriores.

Finalizando el primer cuatrimestre estrictamente virtual, se administró nuevamente una encuesta basada en la anterior, con algunos cambios: no se realizó comparación con clases presenciales (pues no había) y se indagó acerca de los applets incorporados en la etapa anterior. Esta vez se obtuvieron 56 respuestas (la matrícula de este cuatrimestre fue muy baja producto de la pandemia) con porcentajes de valoración positiva sensiblemente más elevados en aquellas preguntas en común. Tal es el caso de la valoración del ritmo (Figura 7) y la duración (Figura 8) de los videos, donde se observa un incremento aproximado del 20% y del 7% respectivamente.



En cuanto a la versatilidad de los mismos, la valoración positiva se vio incrementada aproximadamente en un 7% (Figuras 9 y 10).

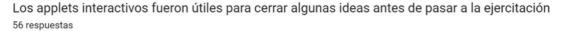


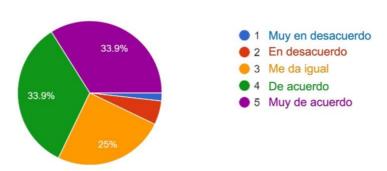
La diferencia respecto de los resultados de la etapa previa podría adjudicarse a la modalidad utilizada en el resto de las unidades de la asignatura: mientras en el cuatrimestre anterior se había trabajado en forma presencial, el cuatrimestre en curso nos encontró con plena virtualidad donde el recurso "tiempo disponible" para elaborar el material fue muy escaso y no permitió ir más allá de una presentación estática de PowerPoint con voz en *off*, generando un contraste que podría explicar la mejor valoración de los videos con presencia de la figura docente, en un contexto donde las explicaciones presenciales en el pizarrón no estaban permitidas.

Desde el punto de vista docente, los applets introducidos fueron considerados de gran utilidad, pues ofrecen una representación gráfica clara y cuyo dinamismo resulta imposible de replicar en una hoja o pizarra. Sin embargo, al indagar acerca de la valoración de los mismos, se obtuvieron resultados positivos pero menores a la valoración media del resto de las características evaluadas.

Figura 11

Valoración de los Applets





Iniciado el año 2021, con el aula virtual en pleno funcionamiento y habiendo mermado los efectos del impacto que provocó el inicio de la pandemia (aún vigente en ese momento y con clases presenciales suspendidas), se administró por tercera vez la encuesta a mediados del primer cuatrimestre. Se recibieron 193 respuestas, siendo esta cantidad sensiblemente mayor en comparación con instancias anteriores, probablemente por existir mejor relación entre los estudiantes y las herramientas virtuales luego de haber transcurrido más de un año de no presencialidad. Los resultados de las encuestas fueron similares a la administración anterior (valoración general muy positiva). De los 193 estudiantes encuestados, 64 eligieron expresarse de forma abierta y a continuación se presentan algunas de las opiniones recolectadas:

"Considero que el método de enseñanza utilizado para esta unidad 0 fue muy bueno ya que combinar el apunte teórico con videos interactivos y que apuntan directamente al tema en cuestión es muy eficaz, al menos en mi caso. Con los contenidos distribuidos de esta manera, es muy práctico y fácil entender los temas para poder abocar la mayoría del tiempo a la resolución de los ejercicios de las quías."

"La verdad que la duración y la forma de explicación de las primeras unidades fueron muy dinámicas y comprensivas, además de los ejemplos y demás, que ayudaron a entender de una manera más fácil los temas."

"Me encantó la forma en que se dio la unidad 0, espero que se puedan dar otras unidades de la misma forma. Super interactivo y didáctico 10/10"

"Considero personalmente que los videos interactivos son muy efectivos a la hora de comprender una unidad, y no sólo eso, sino que lo hace incluso entretenido para no dejar de prestar atención a la explicación del profesor. En comparación con la unidad 1, la unidad 0 fue mucho más fácil de comprender para mí debido a los recursos utilizados en el mismo y la forma de interactuar con el alumno."

4.4. ETAPA 4: Acerca de la nueva presencialidad

En el regreso a la presencialidad no se replicó la modalidad de clases utilizada tradicionalmente antes de la pandemia, sino que se implementó un formato de *aula invertida*. Esta modalidad

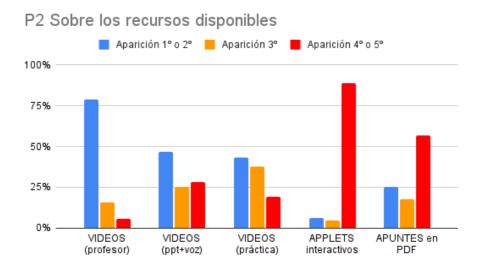
no fue implementada exclusivamente en AMA sino que fue replicada sobre diferentes asignaturas del ciclo básico.

A fines del cuatrimestre, se indagó a los estudiantes acerca de la visión en relación a la nueva modalidad de las clases presenciales. En la encuesta se consultó, entre otras cuestiones, acerca de los videos presentados y su comparativa respecto al tipo de recursos utilizados en la construcción de las clases teóricas correspondientes a las unidades restantes. Con ese fin, se solicitó a los estudiantes que ordenen los recursos disponibles, ubicando primero aquel de mayor preferencia, según las categorías descriptas en el apartado Método.

En base a las respuestas, se asignó cada recurso a una de las siguientes tres categorías: aparición en 1º o 2º lugar (recurso muy valorado), aparición en 3º lugar (valoración media) y aparición en 3º o 4º lugar (recurso poco valorado) (Figura 12)

Figura 12

Preferencias de los estudiantes respecto de los materiales.



En forma posterior se les solicitó a los estudiantes que argumenten la razón por la cual asignaron mayor preferencia al recurso (A) frente al recurso (B) (o viceversa según el orden elegido). Al combinar los resultados que expone el gráfico, con los argumentos presentados por los estudiantes, se realizaron las siguientes observaciones:

- El 71% de los estudiantes elige los videos con el profesor explicando frente a las presentaciones en PowerPoint con voz en off. Los argumentos más presentes son:
 - o Los videos son más comprensibles / divertidos / dinámicos / claros
 - o Es mejor si es con pizarrón de por medio
 - o Los eligen por la calidad del video,
 - o Se siente más humano
 - o Es mejor ver lo que se escribe mientras habla el profesor
 - o Ayudan a la visualización
 - o Más parecido a la clase presencial

- El 15% de los estudiantes elige las presentaciones ppt con voz antes que los videos con el profesor explicando. Los argumentos más presentes son:
 - o No es tan importante que se vea el profesor
 - o Es preferible escuchar
 - o Más sencillo para tomar apuntes, más práctico
 - o Se concentra más en lo que está en la pantalla
 - o El profesor suele tapar el pizarrón
 - o Por ser el más utilizado
- El 10% de los estudiantes no muestra preferencia entre ambos tipos de videos

4.5. ETAPA 5: ¿Cómo continuar este trabajo?

Considerando que la producción de materiales para el tema Curvas Planas estaba finalizada, se continuó con el proyecto sobre otra unidad: estudio de funciones por aplicación de derivadas. La elección del tema estuvo basada en el hecho de que el mismo aborda contenidos que requieren un alto grado de interpretación visual y esto permite elaborar videos que aporten positivamente al proceso de aprendizaje.

Si bien el desarrollo de conceptos teóricos de esta unidad tiene espacio asignado en el cronograma y en el aula virtual, el tipo de recursos utilizados en la elaboración del material existente no permite aprovechar la posibilidad de visualización que ofrece la relación entre la derivada de una función y su crecimiento o concavidad, o bien las consecuencias de sus cambios. Desde esta perspectiva y en sintonía con el trabajo realizado sobre curvas planas, la propuesta no se centra en los enunciados formales sino en las interpretaciones gráficas de los mismos.

En este sentido, se elaboraron una serie de videos con algunas mejoras respecto de los implementados en la primera etapa.

A nivel técnico:

- mejor calidad de imagen, utilizando una cámara profesional
- mejor claridad en el sonido, utilizando un micrófono externo profesional
- incorporación de una pantalla verde (croma) para la eliminación del fondo y poder, por ejemplo, utilizarlo como pizarra
- trabajo de edición más minucioso, con una mayor cantidad de intervenciones digitales (y de mejor calidad)

Y a nivel didáctico:

- mejor estructuración de los contenidos en forma secuencial y ordenada producto de una mejor planificación de cada clase
- fraccionamiento del video en secciones con acceso directo desde la descripción para facilitar la visualización de una parte

- mayor presencia de resultados teóricos importantes, o al menos de importancia en la aplicación práctica
- incorporación de ejemplos similares a los de las guías

Los videos producidos bajo los criterios formulados en esta etapa pueden visualizarse en los siguientes enlaces:

<u>Derivadas: crecimiento, decrecimiento y extremos relativos</u> (Eugenio Martínez Canto, 2021a)

Derivadas: concavidad y puntos de inflexión (Eugenio Martínez Canto, 2021b)

Al momento de la elaboración de este artículo, el impacto del material producido en esta etapa aún no fue evaluado.

5. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

La investigación desarrollada en torno al diseño y uso de herramientas audiovisuales ha permitido obtener algunas conclusiones que pueden resultar valiosas tanto para continuar con la misma, como para ser implementada sobre otros contenidos o para ser replicada por otros docentes y/o investigadores.

Tal como señalan Rivera Tejada et al. (2023) las estrategias didácticas en entornos virtuales requieren una adecuada planificación al igual que en la educación presencial. Con relación a la etapa de diseño de los materiales, es para destacar la necesidad de identificar aquellas prácticas matemáticas que se desarrollan en la asignatura, de modo que se pueda analizar cuáles son las que podrían verse beneficiadas con un abordaje diferente al tradicional. Es preferible priorizar aquellos contenidos que permitan representaciones gráficas, pues son los que más aprovechan el uso de estos recursos.

Respecto al guion de los videos, es recomendable presentar los contenidos que se desean trabajar de una manera coloquial (sin por eso perder rigor epistémico), que tenga una llegada más directa a los estudiantes, destacando aquellos aspectos sobre los que interesa que hagan una reflexión. Además, la incorporación de animaciones facilita la adquisición de algunas ideas conceptuales que son difíciles de transmitir desde una imagen sin movimiento.

Los conocimientos tecnológicos necesarios para la elaboración de este material requieren de un alto grado de competencia digital por parte de los docentes, aspecto que además, según González (2022), influye positivamente en las expectativas de resultados y en la autoeficacia del estudiantado.

De acuerdo con los datos relevados en las encuestas, queda en evidencia que el "toque humano" que ofrece la presencia visible del docente en el video es valorado por la mayoría de los estudiantes. Esta preferencia podría atribuirse a que el aspecto gestual hace la diferencia, tanto para el estudiante que ve el video como para el docente que lo "protagoniza". Para el estudiante, toda la información que recibe a partir de la gestualidad es un adicional, que va más allá del contenido formal; para el docente, realizar un video implica una forma distinta de expresarse en comparación a lo que ocurriría si sólo estuviera poniendo la voz a un PowerPoint. De este modo, el producto final resulta más parecida a una clase presencial, lo cual hace que

el estudiante se sienta menos solitario en la experiencia. Esto sería acorde a lo que afirma González (2022) en relación a la confianza que genera en el estudiante un rol activo y clarificador por parte del docente.

Una de las desventajas para llevar adelante una experiencia de este tipo es, claramente, la necesidad de equipamiento (si se pretenden videos de buena calidad de imagen y de audio) y el requerimiento de conocimientos para el uso de software que permita hacer una buena y atractiva postproducción del material filmado.

Otra de las desventajas a considerar podría ser que ciertos recursos de este tipo demandan mucho tiempo de preparación y elaboración, para luego no cumplir con las expectativas docentes en términos de valoración por parte de los estudiantes. Esta situación se presentó con los denominados "Applets" de GeoGebra implementados en la Etapa 2.

Respecto de la implementación de la experiencia, fue tal vez lo más sencillo, ya que en el período posterior a la pandemia han quedado establecidas las plataformas virtuales institucionales y también la experiencia de trabajar en plataformas libres como YouTube. No obstante, debe tenerse en cuenta que es necesario readaptar las clases presenciales para establecer una coordinación con los materiales audiovisuales. Un aspecto a sortear en este punto, es que los estudiantes desarrollen el hábito de visualizar los materiales de manera previa a la clase presencial. Mas allá de esto, utilizan los videos a lo largo de todo su proceso de estudio y valoran especialmente el hecho de poder verlos en cualquier momento y las veces que sean necesarias.

Finalmente, con relación a la modalidad de aula invertida, podría decirse que se han generado modificaciones sobre algunas de las dimensiones de la idoneidad didáctica en las clases presenciales. Si bien hasta el momento no se ha hecho una evaluación formal, puede decirse que se han mejorado la idoneidad interaccional —hubo un incremento de intercambios entre estudiantes como entre estudiantes y docentes derivado del planteo dialógico de esta metodología— y la idoneidad mediacional, a partir de un mejor uso del recurso tiempo y de la incorporación de herramientas digitales.

Se observó una mejora en el nivel académico de los estudiantes aprobados respecto de la etapa anterior (pre pandemia). Esto pondría de manifiesto que quienes han sabido aprovechar los recursos disponibles, han logrado un mejor aprendizaje y en consecuencia obtenido calificaciones más altas al finalizar la cursada, lo cual podría traducirse en una mejor transición hacia las asignaturas que tienen a AMA como correlativa. Sin embargo, no se han observado cambios significativos en la cantidad de aprobados, por lo cual se concluye que esta metodología no sería un factor significativo en la incorporación de aquellos estudiantes que tienen mayores dificultades en su proceso de aprendizaje, al menos en esta asignatura. Esto pone en evidencia un aspecto sobre el que se debe continuar trabajando.

6. REFERENCIAS

Baccelli, S., Martínez Canto, E. y Figueroa, S. (27 de junio al 02 de julio de julio de 2021). *Idoneidad didáctica de una secuencia para curvas planas en virtualidad.* Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa RELME34. *Q*uetzaltenango, Guatemala.

- Beheshti, M., Taspolat, A., Kaya, O., S. y Sapanca, H., S. (2018). Characteristics of instructional videos. *World Journal on Educational Technology: Current Issues.* 10(2), 79-87.
- Bergmann, J. y Sams, A. (2012). Flip your classroom: Reach every student in every class every day. Eugene: International Society for Technology in Education.
- Burgos, M., Beltrán-Pellicer, P., y Godino, J. D. (2020). The issue of didactical suitability in mathematics educational videos: experience of analysis with prospective primary school teachers. *Revista Española de Pedagogía, 78*(275), 27-50. https://doi.org/10.22550/rep78-12020-07
- Ferrés, J. (1992). Video y educación, Barcelona, Ediciones Paidós pág 64.
- Godino, J. D. y Batanero, C. (1994). Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14 (3), pp. 325-355.
- Godino, J., Batanero, C. y Font, V. (2009). *Un enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática*. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Disponible en Internet: URL: http://www.ugr.es/local/jgodino/indice_eos.htm
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2019). *The onto-semiotic approach: implications for the prescriptive character of didactics. For the Learning of Mathematics*, 39 (1), 37-42.
- González, C. (2022). Análisis de un entorno tecnológico diseñado durante la pandemia para fomentar la autorregulación del aprendizaje en educación preuniversitaria. *Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (80). https://doi.org/10.21556/edutec.2022.80.2515
- Martínez Canto, E. [FI.UNMDP Análisis Matemático A]. (12 de agosto de 2019). *I ¿Qué es una curva paramétrica? ¿Cómo la graficamos?* [Archivo de video]. YouTube. https://youtu.be/D_4l1pQawdk
- Martínez Canto, E. [FI.UNMDP Análisis Matemático A]. (11 de agosto de 2019). *II ¿Cómo se convierte un par de ecuaciones paramétricas en una rectangular?* [Archivo de video]. YouTube. https://youtu.be/5-sdxGwDY-M
- Martínez Canto, E. [FI.UNMDP Análisis Matemático A]. (11 de agosto de 2019). *I ¿Qué son las coordenadas polares?* [Archivo de video]. YouTube. https://youtu.be/HL1NnmeY96k
- Martínez Canto, E. [FI.UNMDP Análisis Matemático A]. (10 de octubre de 2019). *II ¿Cómo grafico una curva polar?* [Archivo de video]. YouTube. https://youtu.be/sAowghfD8i4
- Martínez Canto, E. [FI.UNMDP Análisis Matemático A]. (11 de noviembre de 2019). *III ¿Cómo convertir una curva polar en una rectangular o viceversa?* [Archivo de video]. YouTube. https://youtu.be/SWre79ZRFp4
- Martínez Canto, E. [Eugenio Martínez Canto]. (28 de octubre de 2019). *Curvas Paramétricas 1: ¿qué son?* [Sitio web]. GeoGebra. https://www.geogebra.org/m/mszwqdfh
- Martínez Canto, E. [Eugenio Martínez Canto]. (11 de septiembre de 2021). *Derivadas ESTUDIO DE FUNCIONES (parte 1) crecimiento y extremos* [Archivo de video]. YouTube. https://youtu.be/GmraExbyaD8

- Martínez Canto, E. [Eugenio Martínez Canto]. (19 de octubre de 2021). *Derivadas ESTUDIO DE FUNCIONES (parte 2) concavidad y puntos de inflexión* [Archivo de video]. YouTube. https://youtu.be/iFl09Vx76SY
- Martínez Canto, E., Baccelli, S. y Distéfano, M. L. (2019). Las Prácticas Matemáticas Asociadas a Curvas Polares, Cartesianas y Paramétricas. Un Estudio de sus Representaciones. Congreso Latinoamericano "Prácticas, problemáticas y desafíos contemporáneos de la Universidad y del Nivel Superior. Facultad de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. 132-138. https://drive.google.com/file/d/1IGqAUIICXDzEZOVaxqfNj-734w3l6T8P/view
- Pattier, D. y Ferreira, P.D. (2022). El vídeo educativo en educación superior durante la pandemia de la COVID-19 [Educational video in higher education during the COVID-19 pandemic]. Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación*, 65, 183-208. https://doi.org/10.12795/pixelbit.93511
- Rivera Tejada, H. S., Otiniano García, N. M., & Goicochea Ríos, E. del S. (2023). Estrategias didácticas de la educación virtual universitaria: Revisión sistemática. *Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (83), 120-134. https://doi.org/10.21556/edutec.2023.83.2683
- Sarmiento, M. A., May, N. K., Cadena, M. y Casanova, J. (2015). La Elaboración del Video como Recurso De Aprendizaje En la Enseñanza del Idioma Inglés en el nivel medio superior de la Universidad Autónoma De Campeche. *Revista Iberoamericana de Producción Académica Y Gestión Educativa*, 1–16. http://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/378/416
- Salazar J., Sánchez E., Velasteguí E. y Núñez S. (2018). El video como estrategia didáctica en la educación superior. *Revista electrónica Ciencia Digital* 2(2), 29-47. http://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/71/66
- Zureick, A. H., Burk-Rafel, J., Purkiss, J. A. y Hortsch, M. (2018). The interrupted learner: How distractions during live and video lectures influence learning outcomes. Anatomical Sciences Education, 11(4), 366-376. https://doi.org/10.1002/ase.1754 Beheshti, M., Taspolat, A., Kaya, O. S. y Sapanca, H. F. (2018). Characteristics of instructional videos. World Journal on Educational Technology: Current Issues, 10(1), 61-69. https://doi.org/10.18844/wjet.v10i1.3186.

Para citar este artículo:

Martinez Canto, E., Baccelli, S., Y Distéfano, M. L. (2023). Videolecciones: el toque humano en una virtualidad instalada. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (84), 104-121. https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84.2893