

Tecnología, Ciencia y Educación

Revista cuatrimestral núm. 31 | Mayo-Agosto 2025

ISSN-e: 2444-2887

Impacto de la pandemia del COVID-19 y variables socioeconómicas en la adopción de herramientas digitales para la educación matemática en España: análisis de su efecto en la motivación y el desempeño escolar

Cristina Nuevo-Gallardo y Mariano Urraco Solanilla

Spanish as a foreign language instruction in the International Baccalaureate: the role of the application Education Perfect

Daniel Padrón de los Riscos y Beatriz Lores-Gómez

Impacto, percepciones y uso de ChatGPT en la formación de estudiantes de pedagogía y educación. Un estudio diagnóstico en diez universidades de México

Hugo Molina-Montalvo, Julio César Macías Villarreal y Gerardo Haces Atondo

«Agentes del tiempo»: evaluación de la experiencia de usuario para la enseñanza interdisciplinar de temáticas ambientales

Cecilia Beatriz Di Capua y María Soledad Casasola

El uso de «videojuegos serios» para la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias: una cartografía conceptual

Mónica Urrutia-Reyes y Ana Marcela Herrera-Navarro



MÁSTERES Y CURSOS



Sé el talento
que **transforma** empresas

FÓRMATE EN LAS ÁREAS DE

Contabilidad y Finanzas • Data Analytics
e Inteligencia Artificial • Dirección y
Administración de Empresas • Jurídica •
Laboral • Logística • Marketing y Ventas •
Recursos Humanos • Tributación

Presencial | Online

Consulta nuestra oferta formativa completa en www.cef.es

Tecnología, Ciencia y Educación

Núm. 31 | Mayo-Agosto 2025

Directora editorial

María Aránzazu de las Heras García. Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA (España)

Consejo de redacción

Directora de la revista y editora jefe

Carolina Arrieta Castillo. Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA (España)

Subdirectora y editora de sección

María Luna Chao. Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA (España)

Editores/as de sección

Raquel María Guevara Ingelmo. Universidad Pontificia de Salamanca (España)

José Hernández Ortega. Universidad Complutense de Madrid (España)

Consejo asesor

Maria Amata Garito. International Telematic University (Italia)

Ana Amélia Amorim Carvalho. Universidad de Coimbra (Portugal)

Kumiko Aoki. Open University of Japan (Japón)

Antonio Bautista García-Vera. Universidad Complutense de Madrid (España)

Julio Cabero-Almenara. Universidad de Sevilla (España)

Juan Ángel Collado Martínez. Universidad Internacional de Valencia (España)/CEO de Opospills

Rodica Crudu. Jean Monnet Profesor. Fulbright Fellow. Academia de Estudios Económicos de Moldavia

Jesús García Laborda. Universidad de Alcalá de Henares (España)

David Guralnick. Universidad de Columbia de Nueva York (EE. UU.)

David Lizcano Casas. Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA (España)

José Eugenio Martínez Falero. Universidad Politécnica de Madrid (España)

José María de Molla Anegón. Siena Educación (España)

Federico Morán Abad. Universidad Complutense de Madrid (España)

Gorka Jagoba Palacio Arko. Universidad del País Vasco (España)

José Manuel Pérez Martín. Universidad Autónoma de Madrid (España)

Paz Prendes. Universidad de Murcia (España)

Laura Rayón Rumayor. Universidad Complutense de Madrid (España)

Robert W. Robertson. Universidad de Liubliana (Eslovenia)

Rosabel Roig-Vila. Universidad de Tecnología Educativa de la Universidad de Alicante (España)

Alessandra Silveira. Centro de Estudios en Derecho de la Unión Europea (CEDU). Universidad del Miño (Portugal)

Javier Manuel Valle López. Universidad Autónoma de Madrid (España)

Comité científico

Raquel Alarcón Rodríguez. Universidad de Almería (España)

Eva María Bailén Ferrández. Observatorio de Educación de la Universidad Rey Juan Carlos (España)

Enrique Barra Arias. Universidad Politécnica de Madrid (España)

Wolfram Behm. SRH FernHochschule Riedlingen (Alemania)

Gloria Isabel Bosch Roig. Universidad de las Islas Baleares (España)

Marisol de Brito Correia. Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación en Turismo. Universidad del Algarve (Portugal)

Sarah Carrica-Ochoa. Universidad de Navarra (España)

José María del Castillo-Olivares. Universidad de La Laguna (España)

Paola Andrea Dellepiane. Universidad Católica Argentina

María Virginia García Coll. Universidad Internacional de La Rioja (España)

Isabel García-Parejo. Universidad Complutense de Madrid (España)

María Luisa Gómez-Jiménez. Instituto de Investigación en Biotecnología. Instituto de Investigación de Smart Homes y Eficiencia Energética. Universidad de Málaga (España)

Pedro José González Felipe. Universidad de Navarra (España)

Rocío Jiménez-Cortés. Universidad de Sevilla (España)

Remedios López-Liria. Universidad de Almería (España)

Violeta Luque-Ribelles. Universidad de Cádiz (España)

Eduarne Martínez Moreno. Universidad del País Vasco (España)

Maritza Morales-Batista. Universidad Tecnológica de Panamá

Marie-Noëlle Lázaro. Universidad de Almería (España)

Carmen Ramírez Hurtado. Universidad de Granada (España)

Carol Rivero Panaqué. Universidad Pontificia Católica del Perú

Ileana Rotaru. Universidad West de Timișoara (Rumanía)

Borja Ruiz-Gutiérrez. Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA (España)

Catalina Rus-Casas. Universidad de Jaén (España)

Pilar Sánchez-Gijón. Universidad Autónoma de Barcelona (España)

Sandra Sanz Martos. Universitat Oberta de Catalunya (España)

Cristina Suemay Manresa-Yee. Universidad de las Islas Baleares (España)

Osbaldo Turpo-Gebera. Instituto de Investigación, Desarrollo e Innovación de las Ciencias de la Educación- INEDU de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú)

Nora Valeiras. Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)

Jesús Alberto Valero-Matas. Universidad de Valladolid (España)

Luis Velasco-Martínez. Universidad de Vigo (España)

María Asunción Vicente Ripoll. Universidad Miguel Hernández (España)

Margarita Vinagre. Universidad Autónoma de Madrid (España)

Carmen Rocío Yot-Domínguez. Universidad de Sevilla (España)

Coordinación y edición/Secretaría de dirección

Ana Sánchez Ávila

Centro de Estudios Financieros

Paseo del General Martínez Campos, 5

28010 Madrid, España • Tel. 914 444 920 • editorial@cef.es

Indexación y calidad



Tecnología, Ciencia y Educación

Redacción y administración

P.º Gral. Martínez Campos, 5, 28010 Madrid (España)

Tel. 914 444 920

Correo electrónico: info@cef.es

Edita

Centro de Estudios Financieros, SL

Correo electrónico: revistatce@udima.es

Edición digital: <https://www.tecnologia-ciencia-educacion.com>

Depósito legal: M-15409-2015

ISSN-e: 2444-2887

ISSN: 2444-250X

(último número impreso: n.º 27, enero-abril 2024)

Entidad certificada por:



Esta editorial es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización de sus publicaciones a nivel nacional e internacional

© 2025 CENTRO DE ESTUDIOS FINANCIEROS



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional.

Sumario

Estudios de investigación

- Impacto de la pandemia del COVID-19 y variables socioeconómicas en la adopción de herramientas digitales para la educación matemática en España: análisis de su efecto en la motivación y el desempeño escolar** 7-37
Impact of the COVID-19 pandemic and socio-economic variables on the adoption of digital tools for mathematics education in Spain: analysis of their effect on school motivation and performance
Cristina Nuevo-Gallardo y Mariano Urraco Solanilla
- Spanish as a foreign language instruction in the International Baccalaureate: the role of the application Education Perfect** 38-58
La enseñanza del español como lengua extranjera en el Bachillerato Internacional: el rol de la aplicación Education Perfect
Daniel Padrón de los Riscos y Beatriz Lores-Gómez
- Impacto, percepciones y uso de ChatGPT en la formación de estudiantes de pedagogía y educación. Un estudio diagnóstico en diez universidades de México** 59-89
Impact, perceptions, and use of ChatGPT in the training of pedagogy and education students. A diagnostic study in ten universities in Mexico
Hugo Molina-Montalvo, Julio César Macías Villarreal y Gerardo Haces Atondo
- «Agentes del tiempo»: evaluación de la experiencia de usuario para la enseñanza interdisciplinar de temáticas ambientales** 90-121
«Agentes del tiempo»: user experience evaluation for interdisciplinary teaching of environmental topics
Cecilia Beatriz Di Capua y María Soledad Casasola
- El uso de «videojuegos serios» para la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias: una cartografía conceptual** 122-144
The use of «serious games» for the prevention and treatment of substance use: a conceptual mapping
Mónica Urrutia-Reyes y Ana Marcela Herrera-Navarro
- Propuesta para la creación de un espacio de entretenimiento digital en la Fundación Universitaria UniCervantes** 145-168
Proposal for the creation of a digital entertainment space at the Fundación Universitaria UniCervantes
Camilo Estacio

Proyectos y aportaciones académicas

Herramienta para la resolución y simulación de problemas físicos sobre choques en una y dos dimensiones con fines de uso didáctico e interactivo	169-193
<i>Software for solving and simulating physical problems about collisions in one and two dimensions for educational and interactive use purposes</i>	
María del Pilar Cuenca Marcano, Salomón Mizrahi Cohén, Gabriela Banezca Luces y José Villegas Vera	

Reseña bibliográfica

Fenollosa, C. (2024). La singularidad. Arpa Editores, 256 pp.	194-198
Berta Ermila Madrigal Torres y Luis Carro Sancristóbal	

Legislación educativa

Principales reseñas de legislación educativa publicadas en el BOE entre enero y abril de 2025	199-200
---	---------

Las opiniones vertidas por los autores son responsabilidad única y exclusiva de los mismos. CENTRO DE ESTUDIOS FINANCIEROS, sin necesariamente identificarse con las mismas, no altera dichas opiniones y responde únicamente a la garantía de calidad exigible en artículos científicos.



Impacto de la pandemia del COVID-19 y variables socioeconómicas en la adopción de herramientas digitales para la educación matemática en España: análisis de su efecto en la motivación y el desempeño escolar

Cristina Nuevo-Gallardo (autora de contacto)

Técnica de investigación en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra (Pamplona, España)

cnuevoga@unav.es | <https://orcid.org/0000-0001-9756-7641>

Mariano Urraco Solanilla

Profesor ayudante doctor en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociología de la Universidad Complutense de Madrid (España)

murracos@ucm.es | <https://orcid.org/0000-0002-5839-0019>

Extracto

El presente trabajo ha consistido en la realización de una revisión bibliográfica sobre las herramientas o recursos digitales utilizados para la enseñanza de las matemáticas en educación secundaria. Por otro lado, se han evaluado diferentes factores socioeconómicos que afectan al acceso desigual a la tecnología en los hogares españoles, suponiendo una «brecha digital» que debería ser tratada mediante planes de acción para garantizar que todos los estudiantes (hombres y mujeres) pudiesen disponer de las herramientas necesarias. Por último, se han analizado los efectos de la inclusión de recursos digitales en las actividades de las aulas sobre la motivación de los alumnos para el aprendizaje y sus resultados académicos. Como conclusiones, cabe mencionar que el uso de recursos digitales en las aulas se ha visto incrementado en los últimos años debido a la pandemia del COVID-19, así como también se han potenciado las desigualdades en el acceso a los recursos tecnológicos. En lo que respecta a la motivación y el rendimiento de los estudiantes cuando se emplean recursos digitales en las aulas, se debe puntualizar que los resultados de los diversos estudios encontrados son dispares, por lo que se requiere un estudio más profundo sobre estas variables. Por ello, es posible afirmar que el uso de recursos digitales en las aulas no garantiza el aprendizaje de los estudiantes, sino que es necesario considerar otros aspectos como el contexto y las condiciones personales del alumnado. Igualmente, se recomienda incrementar las partidas presupuestarias para educación con el objetivo de dotar a las escuelas de más medios tecnológicos.

Palabras clave: recursos digitales; COVID-19; factores socioeconómicos; brecha digital; motivación; educación secundaria; matemáticas.

Recibido: 26-11-2024 | Aceptado: 18-02-2025 | Publicado: 06-05-2025

Cómo citar: Nuevo-Gallardo, C. y Urraco Solanilla, M. (2025). Impacto de la pandemia del COVID-19 y variables socioeconómicas en la adopción de herramientas digitales para la educación matemática en España: análisis de su efecto en la motivación y el desempeño escolar. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 31, 7-37. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.24201>

Impact of the COVID-19 pandemic and socio-economic variables on the adoption of digital tools for mathematics education in Spain: analysis of their effect on school motivation and performance

Cristina Nuevo-Gallardo (corresponding author)

*Research technician at the School of Architecture
of the Universidad de Navarra (Pamplona, Spain)*

cnuevoga@unav.es | <https://orcid.org/0000-0001-9756-7641>

Mariano Urraco Solanilla

*Assistant professor at the Faculty of Political Sciences and
Sociology of the Universidad Complutense de Madrid (Spain)*

murracos@ucm.es | <https://orcid.org/0000-0002-5839-0019>

Abstract

This work consisted of a bibliographical review of the digital tools or resources used for teaching mathematics. On the other hand, different socio-economic factors affecting unequal access to technology in Spanish households have been evaluated, implying a «digital divide» that should be addressed through action plans to ensure that all students (men and women) have the necessary tools. Finally, the effects of the inclusion of digital resources in classroom activities on students' learning motivation and academic performance have been analyzed. As conclusions, the use of digital resources in the classroom has increased in recent years due to the COVID-19 pandemic, as well as inequalities in access to technological resources. Regarding student motivation and performance when digital resources are used in the classroom, it should be noted that the results of the various studies found are uneven, and further study of these variables is required. Therefore, it is possible to affirm that the use of digital resources in the classroom does not guarantee student learning, but that it is necessary to consider other aspects such as the context and the personal conditions of the students. It is also recommended that budget allocations for education be increased in order to provide schools with more technological resources.

Keywords: digital resources; COVID-19; socio-economic factors; digital divide; motivation; secondary education; mathematics.

Received: 26-11-2024 | Accepted: 18-02-2025 | Published: 06-05-2025

Citation: Nuevo-Gallardo, C. and Urraco Solanilla, M. (2025). Impact of the COVID-19 pandemic and socio-economic variables on the adoption of digital tools for mathematics education in Spain: analysis of their effect on school motivation and performance. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 31, 7-37. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.24201>

Sumario

- 1. Introducción
- 2. Objetivos
- 3. Método
- 4. Resultados y discusión
 - 4.1. Efectos de la pandemia del COVID-19 en el uso de recursos digitales en la asignatura de Matemáticas
 - 4.2. Factores socioeconómicos que afectan al acceso desigual a los recursos digitales
 - 4.3. Influencia del uso de recursos digitales en la motivación y el rendimiento en la asignatura de Matemáticas
- 5. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

Nota: los autores del artículo declaran que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este trabajo de investigación se han realizado de conformidad con las leyes y directrices institucionales pertinentes.

1. Introducción

Los avances en tecnología desarrollados en los últimos años han propiciado cambios en numerosos aspectos tanto de nuestra vida personal como profesional. Igualmente, han favorecido que los aparatos electrónicos, como *smartphones* u ordenadores, estén al alcance de muchos hogares, disparándose su venta a nivel mundial desde el año 2011 (Statista, 2022). Esto conlleva que la tecnología y, más concretamente, internet, sea una herramienta imprescindible para muchos jóvenes, encontrando que un 96,90 % de los encuestados por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2021b), con edades comprendidas entre los 16 y los 24 años, utilizaron internet diariamente durante el año 2021 y que un 95,90 % lo hicieron mediante el teléfono móvil.

En concreto, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son herramientas que permiten acceder, almacenar o comunicar información a través de la red, y son utilizadas de manera habitual por la gran mayoría de ciudadanos del mundo, ya sea para un uso meramente comunicativo (como son las aplicaciones de mensajería) o como soporte en las labores profesionales y educativas. Además, la pandemia del COVID-19 de los últimos años ha mostrado la importancia de estas herramientas para comunicarse durante los periodos de confinamiento y la necesidad de utilizarlas en una sociedad cada vez más digitalizada.

Sin embargo, a pesar de que muchas personas ya disponen de su propio *smartphone* y/u ordenador (INE, 2021a), no todo el mundo tiene el mismo nivel de acceso ni de conocimiento sobre las herramientas tecnológicas. Es lo que se conoce como «brecha digital», que puede definirse como la «desigualdad que se da en el acceso, el impacto y el uso de las TIC entre los diferentes grupos sociales» (Cabrera, 2022, p. 1). Se distinguen principalmente dos tipos de «brecha digital»: de acceso, referida a la imposibilidad de acceder al recurso; y de uso, que se refiere a la falta de competencias digitales que impiden o limitan la utilización de los recursos (Cabrera, 2022). A su vez, las «competencias», como concepto general, se refieren a aquellos «instrumentos de gran utilidad que permiten la movilización de actitudes, conocimientos y procesos, por medio de los cuales los discentes adquieren habilidades para facilitar la transferencia de conocimientos y generar innovación» (Levano-Francia *et al.*, 2019, p. 572), mientras que las competencias digitales abarcan todo lo anterior y, además, integran «diversos componentes, tales como tecnológico, comunicativo, usos de la información y alfabetización multimedia» (Levano-Francia *et al.*, 2019, p. 573).

Por ello, se debe potenciar el desarrollo de las competencias digitales en todas las etapas educativas para lograr la alfabetización digital de la población, siempre fomentando un uso adecuado y moderado. Muestra de ello es el Plan de Acción de Educación Digital (2021-2027) planteado por la Comisión Europea para los próximos años, en el cual se incide en

la integración de herramientas digitales en educación en los países que forman parte de la Unión Europea (Comisión Europea, 2021). Los ámbitos prioritarios de este plan de acción son:

- Fomentar el desarrollo de un ecosistema educativo digital de alto rendimiento.
- Mejorar las competencias y capacidades digitales para la transformación digital.

El principal motivo de dicho plan de acción ha sido la pandemia del COVID-19, ya que a raíz de ella se han hecho más patentes las diferencias en el acceso a la tecnología y a las herramientas digitales, así como su importancia en la era digital. La Comisión Europea, además, ha analizado tres estudios en el marco de la Unión Europea relacionados con la preparación de los docentes en el uso de tecnologías digitales en el aula, las competencias digitales de los jóvenes y el acceso de los hogares a ordenadores e internet (Comisión Europea, 2021). Los estudios concluyen que existe desigualdad en el acceso a los recursos digitales, así como falta de preparación tanto en los docentes como en los jóvenes, para lo cual se ha elaborado este plan de acción.

Debido a las conclusiones de los estudios, se hace patente la necesidad de, por un lado, aumentar las ayudas a los hogares para paliar las desigualdades; y, por otro, potenciar e incrementar el uso de recursos digitales en la educación, tanto en las etapas de educación básica (enseñanza de los alumnos) como en las etapas de educación superior (enseñanza de los futuros docentes). Mejorando la preparación de los ciudadanos en herramientas digitales se fomenta la rápida adaptación al mundo digital en el que vivimos actualmente y se ayuda a la incorporación de los jóvenes al mercado de trabajo.

El presente artículo pretende recopilar aquellos documentos científicos más relevantes de los últimos años relacionados con los recursos digitales empleados en matemáticas, cómo la pandemia del COVID-19 ha influido en su frecuencia de uso y en el incremento de las desigualdades en el acceso y en el uso de recursos tecnológicos y cómo la integración de recursos digitales en clase ha afectado a la motivación y al rendimiento de los estudiantes durante la misma. En este trabajo se revisarán dichos aspectos considerando dos líneas temporales: antes y después de la pandemia.

Debido a que la pandemia ha supuesto cambios sustanciales en numerosos aspectos de nuestra vida personal y laboral, resulta interesante analizar cómo los aspectos mencionados anteriormente se han visto modificados desde una época en la cual la enseñanza se desarrollaba de forma tradicional, presencial, con pizarras y libros, a otra época donde ha sido necesario hacer uso de herramientas tecnológicas, como ordenadores, *tablets* o móviles, para poder seguir las clases. Dichos cambios en la enseñanza han supuesto la incorporación de herramientas tecnológicas en las aulas, y este trabajo pretende confirmar si dicha incorporación ha generado ventajas hacia los estudiantes o si, por el contrario, ha supuesto un muro en lo que respecta a aquellas personas con menos recursos que no podían permitirse la adquisición de dichos dispositivos.

La denominada «brecha digital» ya existía mucho antes de la pandemia, pero esta la ha acentuado debido a que, durante los meses de confinamiento y en el curso académico posterior al inicio de la pandemia, la docencia se llevó a cabo de forma *online* o virtual. Ello implica la necesidad de disponer de dispositivos tecnológicos y de una buena conexión a internet para el correcto seguimiento de las clases. Sin embargo, aquellos hogares que anteriormente no disponían de dichos recursos se han visto afectados porque los jóvenes han tenido dificultades tanto para asistir a las clases virtuales como para realizar las tareas en casa. Por tanto, no solo se encuentra una «brecha digital» de acceso a recursos, sino que dicha desigualdad afecta también a los resultados académicos de los alumnos. Se hace necesario analizar los aspectos que han afectado y afectan, actualmente, a que dichas desigualdades sigan presentes en la sociedad, para intentar paliar la repercusión que las mismas puedan tener en la educación de los jóvenes. Por ello, este estudio pretende ser, igualmente, un trabajo de referencia donde consultar los resultados de los últimos estudios realizados y donde analizar los efectos de la pandemia en la enseñanza.

Los resultados resumidos en esta investigación pueden aportar una visión global al profesorado en lo que a aspectos sociales relacionados con la educación se refiere, ya que los docentes no solo deben estar formados en la materia a impartir, sino que también han de estar informados sobre las condiciones sociales en las que se puede encontrar su alumnado. Ser conocedores de dichas situaciones puede enriquecer la labor docente y propiciar el desarrollo de mecanismos o actividades que beneficien a los alumnos menos favorecidos.

2. Objetivos

Este estudio de revisión bibliográfica, que se centrará en los niveles educativos de educación secundaria en España, plantea un objetivo general (OG):

OG. Analizar el uso de recursos digitales en educación en la asignatura de Matemáticas en función de factores como la pandemia del COVID-19 y otros factores socioeconómicos, así como la influencia de dichos recursos digitales en la motivación y el rendimiento de los estudiantes.

A partir de este OG, se plantean tres objetivos específicos (OE):

OE 1. Evaluar las diferencias en el uso de recursos digitales antes y después de la pandemia del COVID-19.

OE2. Analizar el acceso y uso desigual de recursos digitales según factores socioeconómicos y la influencia que ha tenido la pandemia en el uso de recursos y en el incremento de las desigualdades.

OE3. Evaluar cómo afecta el uso de recursos digitales a la motivación y al rendimiento de los alumnos antes, durante y después de la pandemia.

3. Método

La metodología empleada en este trabajo de revisión bibliográfica descansa en la realización de búsquedas de documentos de relevancia (artículos, libros, publicaciones de congresos, tesis doctorales, etc.) relacionados con los objetivos planteados en la sección anterior.

En primer lugar, respecto a las estrategias de búsqueda, se utilizaron las bases de datos Google Académico, Dialnet, Web of Science (WoS) y Scopus. Los detalles específicos de las búsquedas bibliográficas, incluyendo los términos utilizados, las referencias encontradas y aquellas seleccionadas, se presentan en el cuadro 1. Es importante señalar que se flexibilizaron algunos criterios de búsqueda, omitiendo términos como «España» y «educación secundaria», en algunos casos, para ampliar los resultados cuando las búsquedas iniciales resultaban demasiado restrictivas.

Cuadro 1. Referencias manejadas para la cobertura de los objetivos del trabajo a partir de términos de búsqueda introducidos en distintos recursos

Bases de datos	Términos de búsqueda	DE	Ref. selec.	Ref. secund.
Dialnet	«TIC» AND «matemáticas» AND «COVID» AND «educación» AND «secundaria»	5	2	–
	«Brecha» AND «digital» AND «educación» AND «secundaria»	79	4	2
	«Recurso» AND «rendimiento» AND «matemáticas» AND («digital» OR «tecnológico»)	112	5	–
WoS	«Digital» AND «resources» AND «secondary» AND «education» AND «COVID»	99	7	4
	«Digital» AND «resources» AND «mathematics» AND «academic» AND «performance»	68	1	2
Scopus	«Digital» AND «resources» AND «secondary» AND «education» AND «COVID»	109	4	1
Google Académico	((«Recursos» AND «digitales») OR «TIC») «matemáticas educación secundaria COVID (2020-2025)»	16.400	3	–
	«Brecha» AND «digital» AND «educación» AND «secundaria (2017-2025)»	16.400	3	1



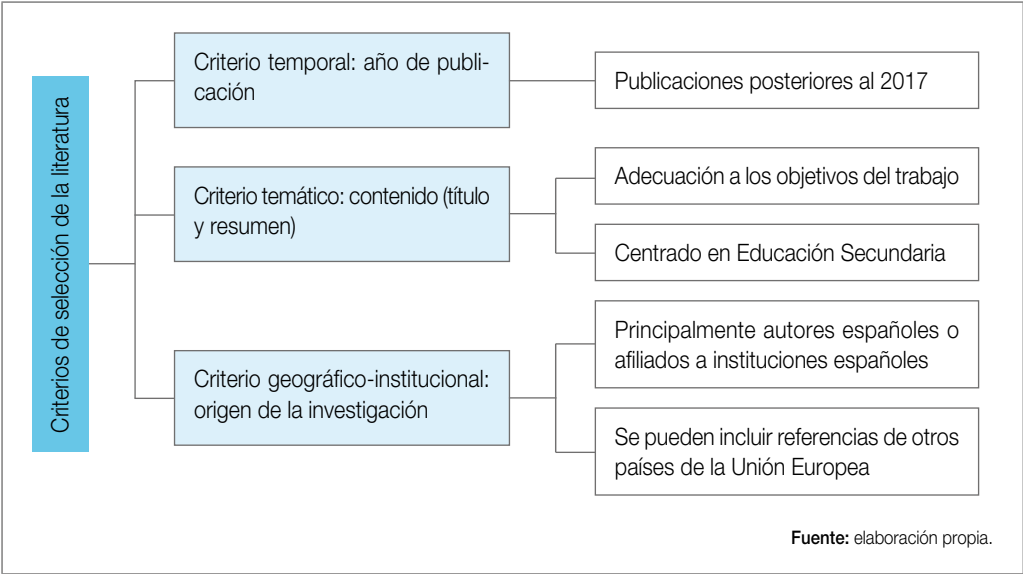
Bases de datos	Términos de búsqueda	DE	Ref. selec.	Ref. secund.
Google Académico (cont).	((«Recursos» AND «digitales») OR «TIC») AND «matemáticas» AND «motivación» AND «rendimiento (2017-2025)»	16.700	2	–
Otras fuentes		–	2	–
Número total de referencias		–	33	10

Nota. DE (documentos encontrados), Ref. selec. (referencias seleccionadas) y Ref. secund. (referencias secundarias).

Fuente: elaboración propia.

En segundo lugar, los criterios de selección de las referencias se basaron, principalmente, en tres aspectos: el año de publicación, el contenido (título y resumen) de los trabajos y el origen geográfico-institucional de la investigación, tal como se detalla en la figura 1.

Figura 1. Criterios de selección de las referencias incluidas en el presente trabajo

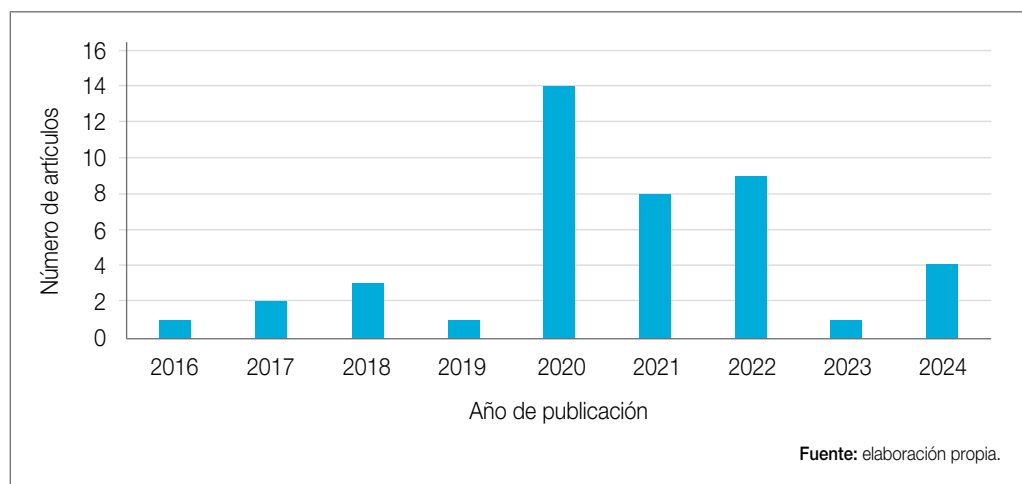


Fuente: elaboración propia.

Respecto al criterio temporal, este ya fue considerado como criterio de búsqueda en las bases de datos consultadas, como se puede comprobar en el cuadro 1, con el objetivo de

que la información consultada fuese lo más actualizada posible. En la figura 2 se aprecia un resumen sobre los años de publicación de las referencias incluidas en el presente trabajo, donde destaca que gran parte de las referencias han sido publicadas en los últimos cinco años y, la mayoría de ellas, durante el año 2020, que coincide con el año en el que comenzó la pandemia del COVID-19.

Figura 2. Año de publicación de las referencias incluidas en el presente trabajo



En cuanto al criterio temático, la selección se centró en trabajos que abordaran específicamente la educación secundaria y los aspectos definidos en los objetivos de la investigación. El análisis de títulos y resúmenes permitió identificar las contribuciones más relevantes para cada OE.

Por último, el criterio geográfico-institucional priorizó los trabajos de autores afiliados a instituciones españolas o estudios que se hubiesen llevado a cabo en territorio español. En la mayoría de los OE se obtuvo un número considerable de referencias relevantes, sin embargo, en otros casos no fue posible aplicar dicho filtro en todas las búsquedas, ya que algunas no arrojaron resultados. Cuando la búsqueda con este filtro no proporcionó suficientes resultados, se incluyeron investigaciones de otros países, principalmente de la Unión Europea, debido a la similitud de sus sistemas educativos con el español. La selección de trabajos internacionales se realizó evaluando tanto la relevancia de sus resultados como la compatibilidad de sus contextos educativos con el sistema español.

Una vez seleccionados los trabajos que podían ser incluidos en la presente revisión, se procedió a la lectura de los mismos, así como al análisis de la información y resultados proporcionados en ellos. Si se trataba de una revisión sistemática o de un trabajo de revisión teórica, era preciso revisar si los trabajos analizados en la misma se correspondían con la

temática buscada y si su relevancia era suficiente para incluirla en este estudio. Si, por el contrario, se trataba de un estudio de caso implementado en una institución educativa, se seguía un procedimiento de dos pasos:

- Verificar si el objetivo de aplicación del caso se correspondía con los objetivos de la presente revisión.
- Comprobar si la institución educativa pertenecía a España o a algún país de la Unión Europea.

Finalmente, es preciso puntualizar que, puesto que el objetivo de este trabajo se centró en la educación secundaria obligatoria, se filtraron las búsquedas añadiendo este criterio y se obtuvo un gran número de documentos relevantes. Sin embargo, igual que ocurrió con el criterio geográfico, y puesto que la educación primaria se encuentra en una etapa anterior a la secundaria, se encontraron igualmente referencias relacionadas con esta etapa educativa previa y se incluyeron en este trabajo debido a que tiene estrecha relación con la educación secundaria. Aun así, es preciso puntualizar que aquellos trabajos enfocados en educación primaria y que han sido incluidos en este estudio también hacen referencia a la educación secundaria, por lo que su inclusión en la presente revisión cumple con los criterios de inclusión/exclusión establecidos.

4. Resultados y discusión

4.1. Efectos de la pandemia del COVID-19 en el uso de recursos digitales en la asignatura de Matemáticas

La pandemia del COVID-19 provocó, en marzo de 2020, que prácticamente todas las actividades comerciales, empresariales, educativas, etc., se paralizaran. El mundo comenzó un periodo de aislamiento y confinamiento en el cual las personas debían permanecer en sus hogares, y solamente podían salir de sus casas, para ejercer sus labores profesionales, aquellos que se dedicaban a tareas imprescindibles (personal médico, trabajadores de comercios esenciales y supermercados, farmacias, cuidadores de ancianos, empresas de reparto, etc.). El resto de «ocupaciones» debían continuar con su labor, pero de un modo remoto (Real Decreto 463/2020, de 14 de marzo).

En el caso concreto de la enseñanza, ello conllevó que tanto estudiantes como profesores tuvieran que adaptarse a un nuevo modo de enseñanza diferente a la tradicional y en un tiempo récord, utilizando herramientas digitales que hasta ese momento no había sido necesario usar o solo se empleaban de forma puntual, viéndose forzados a utilizarlas (Gómez-Fernández y Mediavilla, 2022; Henriques *et al.*, 2021; Torrado Cespón, 2021). Dichos cambios tan abruptos provocaron que las diferencias en las competencias digitales

tanto de profesores como de estudiantes se hiciesen más notables, para lo cual se tomaron medidas con el fin de mejorar su formación y el acceso a la tecnología. A continuación, se analizarán 15 estudios desarrollados en España y Portugal donde se investiga el uso de las TIC en la enseñanza antes, durante y después de la pandemia del COVID-19.

Entre las medidas que se tomaron en España para ayudar a estudiantes y docentes a poder continuar con la enseñanza virtual se encuentran, en el caso de los primeros, el lanzamiento de programación educativa en canales de televisión y la ayuda para mejorar la conectividad a internet mediante el envío de tarjetas SIM a aquellos estudiantes que lo requiriesen; y en el caso de los segundos, el lanzamiento de plataformas *online* con materiales educativos para su uso por parte de los profesores, así como la creación de un canal de YouTube con tutoriales sobre el uso de herramientas digitales (Albó *et al.*, 2020). Otras medidas se pueden encontrar en el artículo de Albó *et al.* (2020) o, de forma más específica, en la Orden EFP/365/2020, de 22 de abril.

En otros contextos diferentes al español, como, por ejemplo, en nuestro país vecino, Portugal, el Ministerio de Educación creó una página web disponible para profesores y directores de colegios e institutos, en la cual se recogían documentos, guías y recursos para toda la comunidad educativa (Henriques *et al.*, 2021). De forma específica, se elaboró un documento guía para implementar la educación a distancia en los centros educativos en función de las características concretas del centro, del contexto social y de los recursos disponibles.

La pandemia propició igualmente el desarrollo de estudios para analizar el uso de recursos digitales antes del comienzo de la misma. Por ejemplo, Sánchez Pachas (2020) elaboró un recopilatorio de las herramientas digitales síncronas y asíncronas utilizadas en la enseñanza de matemáticas en los años previos a la pandemia del COVID-19, así como diversas herramientas empleadas para la evaluación de los conceptos matemáticos aprendidos.

Entre las herramientas asíncronas empleadas destacan Google Classroom, Hyperdocs y foros. Todas ellas permiten la interacción profesor-estudiante sin necesidad de que se realice en tiempo real. En cuanto a las herramientas síncronas, se mencionan Zoom y Google Meet (para la impartición de clases en tiempo real), Jamboard (es una pizarra digital que se utiliza como apoyo a las clases), Genially (similar a PowerPoint), Flipgrid (los alumnos suben las tareas en formato vídeo y el profesor las corrige, enviando la nota al correo electrónico), Teacher Desmos (temarios de Matemáticas *online*) y Desmos (para enseñar sistemas de inequaciones). Por último, como herramientas digitales de evaluación destacan Kaizena (que es un complemento de Google), Kahoot! y Google Forms.

En cuanto al uso de las TIC por parte de los profesores en la etapa previa a la pandemia, un análisis realizado por Gómez-Fernández y Mediavilla (2022) en una muestra de profesores de Madrid evaluaba los motivos por los cuales utilizaban las TIC en sus aulas, mostrando que su uso no era frecuente antes del COVID-19 y que únicamente el 58 % de los encues-

tados hacían uso de dichas herramientas en clase. Analizando el territorio nacional a través del informe de Blink Learning (2022), se destaca que, antes de la pandemia, el 63 % de los docentes encuestados había integrado las TIC en sus aulas.

Otro estudio realizado por Hossein-Mohand *et al.* (2021) analizaba el uso de las TIC por parte de los alumnos para el aprendizaje de las matemáticas en un periodo previo a la pandemia. En concreto, se elaboró un cuestionario para estudiantes de educación secundaria y bachillerato de Melilla, concluyendo que el 36,19 % de los estudiantes no utilizaban las TIC para aprender matemáticas y que el 64,77 % no empleaban tiempo en realizar búsquedas a través de internet con objetivos académicos.

Por tanto, en la gran mayoría de casos, el uso de las TIC por parte de los alumnos para fines académicos era casi nulo, por lo que la pandemia provocó un antes y un después en la utilización de recursos digitales, no solo para los profesores, sino también para los estudiantes.

Esto se hace evidente en los estudios realizados posteriormente a la pandemia, cuyo objetivo es analizar el uso creciente de recursos digitales en la enseñanza. En el caso de España, Albó *et al.* (2020) elaboraron una encuesta *online* llamada SELFIE, respondida por profesores de educación primaria y secundaria de Cataluña principalmente, mediante la cual se analizaron ciertos factores antes y durante la pandemia, entre ellos: necesidades y participación en programas de formación continuada, evaluación digital, aprendizaje mediante colaboración con otros compañeros o a través de redes profesionales, preparación de clases, impartición de clases, retroalimentación y apoyo a los estudiantes, comunicación y factores negativos del uso de tecnología. La definición de SELFIE es la siguiente:

SELFIE (*self-reflection on effective learning by fostering the use of innovative educational technologies*) es una herramienta de autorreflexión en línea para los centros educativos, basada en DigCompOrg, que sirve para poner de manifiesto lo que funciona bien, lo que hay que mejorar y cuáles deben ser las prioridades. SELFIE es una herramienta útil para captar una instantánea de las percepciones de los profesores en un momento determinado que puede utilizarse posteriormente para medir los progresos realizados en el desarrollo de las competencias digitales de aprendizaje (Albó *et al.*, 2020, p. 319).

Otras encuestas realizadas en España analizan factores similares a la anterior, pero en las comunidades de Aragón (Peñarrubia-Lozano *et al.*, 2021) y Galicia (Torrado Cespón, 2021). De todas las encuestas se puede extraer que la falta de tiempo presentó un desafío para los docentes, ya que tuvieron que adaptarse de forma rápida al uso de las herramientas digitales. La rápida adaptación al uso de las TIC conllevó que muchos de los docentes tuvieran que buscar recursos de formación en TIC para poder adaptarse al cambio, siendo la formación autodidacta la más habitual entre ellos (Luengo Horcajo y Manso Ayuso, 2020; Molina-Pérez y Pulido-Montes, 2021; Torrado Cespón, 2021). Igualmente, esto se plasma

en la encuesta elaborada por Blink Learning (2022), donde la mitad de los docentes destacaba que la principal vía de aprendizaje de uso de las TIC había sido por iniciativa propia, ya fuera por medio de cursos, *webinars* o tutoriales de internet.

Respecto a la formación especializada, solamente en el caso de Aragón se aprecia que el 70 % de los profesores encuestados había recibido formación específica en el uso de las TIC, la cual formaba parte de programas organizados por las autoridades educativas. Sin embargo, únicamente el 80 % de ellos había recibido formación sobre cómo aplicar las TIC en las aulas (Peñarrubia-Lozano *et al.*, 2021). No obstante, los profesores de Aragón no tenían una buena opinión sobre sus competencias en TIC y aún menos sobre cómo aplicarlas en las aulas.

A pesar de lo anterior, la rápida adaptación al uso de las TIC vivida durante los primeros meses de pandemia propició, en el caso de Cataluña, que la mayoría de encuestados presentase mayores niveles de confianza en el uso de herramientas tecnológicas que antes de la pandemia (ya sea herramientas como pizarras interactivas o proyectores, o recursos como simulaciones, mapas mentales y encuestas *online*) (Albó *et al.*, 2020).

Por otro lado, aspectos como la mala conexión a internet, acceso insuficiente a equipamiento tecnológico en casa y soporte técnico limitado o nulo fueron determinantes para la labor docente durante la pandemia (Albó *et al.*, 2020). En el caso concreto de Madrid, los profesores encontraron ciertas dificultades a la hora de adaptarse a la docencia virtual, en numerosos casos relacionadas con los propios estudiantes, como la mala conexión a internet (46,90 %) y el bajo dominio de uso de las herramientas tecnológicas (30,50 %) (García Gil *et al.*, 2023). A su vez, también encontraron problemas por la escasez e insuficiencia de recursos (39,40 %). En el mismo sentido, en el País Vasco se detectaron dificultades similares durante la adaptación, destacando también la mala conexión a internet de los estudiantes y la preparación de las asignaturas de manera *online* (Portillo-Berasaluce *et al.*, 2022).

Por otro lado, Torrado Cespón (2021) evaluó los motivos por los cuales los profesores no utilizaban las TIC durante la pandemia para las tareas en casa, entre los cuales se encuentran la insuficiencia de recursos para seguir las clases *online* (59,01 %), la consideración de que no es necesario o no desean utilizarlas (19,67 %), la falta de conocimientos por parte de los profesores (18,03 %) y la falta de recursos (3,27 %). En este caso, la falta de recursos por parte de los profesores no fue un motivo considerable, aunque sí resultó serlo la falta de conocimientos.

Otro estudio realizado en Portugal analizaba el uso de la tecnología por parte de los profesores antes y durante la pandemia (Pocinho *et al.*, 2020). La muestra constaba de profesores de todos los niveles educativos. En cuanto a los recursos disponibles para el profesorado, destacaba la disponibilidad de un ordenador por cada profesor, lo cual facilitaba la labor docente y el uso de recursos digitales. Antes de la pandemia, los profesores empleaban pre-

sentaciones multimedia, vídeos, recursos digitales y redes sociales como Facebook. Durante la pandemia, emplearon incluso más recursos digitales, con la excepción de páginas web temáticas, portfolios digitales y MP3.

Cabe mencionar que, a pesar de lo indicado anteriormente en cuanto a la falta de preparación del profesorado en el uso de herramientas digitales, los encuestados en el estudio de Pocinho *et al.* (2020) no presentaron dificultades en la preparación de clases *online* o al aplicar recursos digitales en la educación a distancia. Además, en el estudio se destacaba que el uso de recursos digitales mejoró la atención de los estudiantes y que su aprendizaje incrementó la motivación y fortaleció la relación profesor-alumno.

En lo que respecta a la percepción de los estudiantes en cuanto al uso de recursos digitales durante la pandemia, cabe destacar el estudio de Anguita Acero *et al.* (2020), donde se elaboró un cuestionario *online* para evaluar la motivación intrínseca de alumnos de secundaria y bachillerato de la Comunidad de Madrid respecto a las TIC utilizadas durante la pandemia. En concreto, se evaluaron los siguientes aspectos: las clases *online*; la grabación de vídeos de los profesores; las plataformas tipo Moodle, Schoology, Google Classroom o Google Drive; la realización de pruebas y exámenes *online*; y la realización de tutorías *online*.

El cuestionario de Anguita Acero *et al.* (2020) evaluaba la percepción de los alumnos sobre su propia competencia en el uso de las TIC, la utilidad de las mismas y cómo se habían sentido al usarlas. Como conclusiones del estudio, se puede extraer que todas las herramientas fueron valoradas de forma favorable con la excepción de los exámenes *online*. Ordenadas por la motivación que percibieron los estudiantes, destacarían las plataformas, en primer lugar; las tutorías, en segundo puesto; los vídeos, en tercer lugar; y, por último, las clases *online*.

Tras el análisis realizado, es preciso concluir que el uso de las herramientas tecnológicas aumentó considerablemente durante la pandemia, particularmente en el confinamiento, como resultado de la necesidad de adaptarse a la modalidad de enseñanza *online*. No obstante, no está claro si este uso se ha mantenido en las etapas posteriores, ya que, con el regreso a la enseñanza presencial, estas herramientas dejaron de ser tan esenciales.

El estudio de Pozo *et al.* (2024) muestra que, efectivamente, hubo un auge en el uso de las TIC durante el confinamiento, tras el cual la frecuencia de empleo de las mismas disminuyó de nuevo, aunque no hasta los niveles previos a la pandemia. A pesar de ello, esto ha favorecido que la tecnología esté más presente en las aulas, promoviendo su integración en el día a día de las clases.

Esto se confirma con los datos del estudio de Gómez-Fernández y Mediavilla (2022) y del informe de Blink Learning (2022), donde, en ambos casos, se apreciaba un aumento del porcentaje de centros o docentes que utilizaban las TIC en sus aulas. En el primer

estudio, centrado en Madrid, se destacaba que el uso de dichas herramientas aumentó de un 58 % a un 83 % en la pandemia, mientras que en el territorio nacional analizado por el segundo informe se mostraba que, antes de la pandemia, el 63 % de los docentes encuestados había integrado las TIC en sus aulas, aumentando esta cifra hasta el 91 % tras la pandemia.

El mantenimiento de las TIC como herramientas de apoyo en las aulas implica que los centros educativos han encontrado ventajas en cuanto a su uso, como, por ejemplo, una influencia en la motivación de los estudiantes, mejora de la flexibilidad metodológica e innovación pedagógica. A pesar de que, en muchos casos, la introducción de tecnología en las aulas se dio de forma abrupta por la pandemia, estas herramientas se han mantenido y cada vez son más los centros que las incorporan como parte de su metodología.

Sin embargo, se debería tener en cuenta la formación de los docentes en el uso de las TIC, ya que se debe destacar que la mayoría de ellos aprendieron a utilizarlas de forma autodidacta durante la pandemia. Para evitar que estas situaciones ocurran de nuevo y que los docentes se vean sobrevenidos por tener que hacer uso de herramientas que desconocen, sería recomendable incorporar planes de formación docente continuos y certificados, que incluyan tanto competencias digitales generales (por ejemplo, el uso de herramientas colaborativas para la gestión de las clases o impartición de clases *online*) como específicas de cada área de conocimiento, para emplearlas como recursos de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje.

4.2. Factores socioeconómicos que afectan al acceso desigual a los recursos digitales

Las desigualdades en el acceso a recursos o herramientas tecnológicas tienen su origen en determinados factores socioeconómicos y demográficos (edad, nivel de estudios, sexo o clase social). A pesar de que la Unión Europea ha elaborado un plan de acción para integrar herramientas digitales en educación (Comisión Europea, 2021), resulta difícil fomentar el uso de dichas herramientas si las personas no poseen los mismos recursos para utilizarlas. En este apartado, se analizará la brecha digital existente en educación revisando 23 trabajos académicos sobre la temática.

En este sentido, se puede hablar de «brecha digital» como «la distancia entre aquellas personas que tienen y no tienen acceso a internet» (Van Dijk, 2006, p. 221, como se citó en Torres Alberó, 2017, p. 19). En la misma línea, en los últimos años se está empleando otro término denominado «*digital inequality*», que es el «resultado de la diferencia entre los ciudadanos que hacen uso de este tipo de servicios y herramientas de internet, y aquellos que no cuentan con recursos para hacer uso de ellos» (Torres Alberó, 2017, p. 20). Sin embargo,

hoy en día existen otras barreras que no se refieren únicamente al acceso a la tecnología, de modo que se pueden distinguir tres tipos de «brecha digital» (Fernández Enguita, 2020; Fernández Enguita y Vázquez Cupeior, 2016; Kuric Kardelis *et al.*, 2020; Rodicio-García *et al.*, 2020; Zubillaga y Gortazar, 2020):

- **Primera «brecha digital» o de acceso.** Referida al acceso físico a los recursos tecnológicos.
- **Segunda «brecha digital» o de uso.** Se refiere a las formas diferenciales de uso o a la profundidad de uso que se hace de los dispositivos tecnológicos, es decir, la calidad y el tiempo o frecuencia de uso de los mismos, que al final está relacionado con la falta de competencias digitales que impiden o limitan la utilización de los recursos.
- **Tercera «brecha digital» o escolar.** Referida a la separación entre la escuela y la sociedad, es decir, una sociedad en la cual los dispositivos tecnológicos son ampliamente utilizados en la vida diaria y una escuela que procura que los alumnos los utilicen en la menor medida posible.

En este apartado se analizará la primera «brecha digital» o de acceso, así como los factores socioeconómicos (nivel socioeconómico de las familias, clase social y nivel de estudios) que influyen en ella.

En los primeros años del siglo XXI se ha producido un incremento del número de hogares con conexión fija a internet (del 35,10 % en 2006 al 71,30 % en 2015) debido, sobre todo, a la consolidación de las redes de telecomunicaciones de banda ancha (*asymmetric digital subscriber line* [ADSL]) y a la instalación de fibra óptica (Calderón Gómez, 2019), hoy en día presente en casi todos los hogares. El estudio de Torres Alberó (2017) aporta una visión global del uso de internet por parte de personas en la franja de edad de 16-74 años entre los años 2006-2016, haciendo uso de las encuestas del INE. Aunque los alumnos de educación secundaria se quedarían fuera de la franja de edad analizada en dicho estudio, los resultados pueden ayudar a analizar la situación encontrada en España. Como conclusiones, se puede destacar que el uso de internet aumentó del 2006 al 2016 en un 33 % (de un 47,30 % en 2006 al 80,60 % en 2016), siendo los jóvenes los que más utilizaban internet (el 81,30 % de los jóvenes de 16 a 24 años utilizaban internet en 2006, mientras que en 2016 aumentó al 98,40 %).

Puesto que no se encuentran diferencias en el acceso general a internet por género y edad durante el periodo 2006-2015, se puede concluir que «la calidad del acceso a internet en el hogar de los sujetos se deriva más de factores socioeconómicos que de una diferencia generacional o del género de los jóvenes» (Calderón Gómez, 2019, p. 33). Por ello, se hace necesario analizar los factores socioeconómicos que afectan a los hogares españoles para comparar el nivel de acceso a internet y a dispositivos tecnológicos.

En un estudio realizado en el año 2017 se enfatizaba que el uso de internet refuerza las desigualdades en una sociedad, puesto que aquellos que disponen de mayores recursos y, por tanto, de un mejor acceso a internet, tienen una posición social más favorable, por lo que las desigualdades están aumentando en los países desarrollados (Torres Albero, 2017). La misma conclusión se puede extraer del estudio de Calderón Gómez (2019), donde se destacaba que «aquellos jóvenes con mayores recursos socioeconómicos y culturales pueden acceder, de forma más rápida, a una mayor variedad de innovaciones tecnológicas» (Calderón Gómez, 2019, p. 39).

Para continuar con el análisis del nivel socioeconómico y acceso a recursos tecnológicos, cabe mencionar que la pandemia ha propiciado un incremento de las desigualdades anteriormente mencionadas (a pesar de que estas ya se encontraban patentes antes del 2020). El Centro Reina Sofía sobre Adolescencia y Juventud de la Fad elaboró, en mayo de 2020, una encuesta *online* destinada a jóvenes españoles de 15 a 29 años y publicó los resultados de la misma en el barómetro denominado «De puertas adentro y de pantallas afuera. Jóvenes en confinamiento» (Sanmartín *et al.*, 2020). El objetivo de la encuesta era:

Analizar las transformaciones que la crisis del coronavirus y el periodo de confinamiento han producido en las actitudes y formas de vida de los y las jóvenes, poniendo especial énfasis en las cuestiones que tienen que ver con la convivencia en el hogar, la actividad laboral y educativa y las prácticas de ocio (Sanmartín *et al.*, 2020, p. 5).

Se evaluaron aspectos como el empleo de las TIC, la situación económica de las familias, el uso de internet y de las redes sociales, etc. A partir de los resultados de dicho barómetro, Kuric Kardelis *et al.* (2020) y Calderón *et al.* (2021) elaboraron dos artículos que resumían los datos más importantes relacionados con las TIC y la educación. Los resultados muestran que un 71 % de los encuestados afirmaba haber encontrado dificultades para seguir las clases *online*. Entre las relacionadas con las TIC, encontramos (Kuric Kardelis *et al.*, 2020):

- El 27,20 % experimentó dificultades para seguir las clases o tutorías *online*.
- El 19,10 % no tenía buena conexión a internet en el hogar.
- El 16,20 % mencionaba que el equipo o la conexión del profesorado no era buena.
- El 7,30 % no tenía ordenador propio.
- El 3,30 % no sabía cómo usar las herramientas/aplicaciones *online* que utilizaban los profesores.
- El 2,50 % experimentó dificultades con el uso del ordenador.

Asimismo, el «Informe de investigación COVID-19: voces de docentes y familias», elaborado por Luengo Horcajo y Manso Ayuso (2020) y que recogía muestras de docentes y fa-

milias de todo el territorio español, avalaba lo anterior y destacaba que las dificultades más presentes entre los alumnos para seguir correctamente las clases *online* fueron la falta de medios tecnológicos y una buena conexión a internet. Dicha conclusión es extraída tanto por los docentes encuestados como por las familias entrevistadas.

Las dificultades de acceso a los recursos digitales mencionadas anteriormente pueden deberse, en gran medida, al nivel socioeconómico de las familias y a la clase social a la cual pertenecen. Calderón *et al.* (2021) muestran una correlación negativa entre la clase social de las familias y las dificultades en el uso de las TIC, destacando que aquellos que habían experimentado mayores dificultades pertenecían a clases sociales medias y estaban cursando estudios universitarios. Según las percepciones de los profesores, «el 30 % de docentes cuenta con dificultades para mantener el seguimiento del proceso educativo del alumnado con índices socioeconómicos más bajos» (Molina-Pérez y Pulido-Montes, 2021, p. 188).

En los centros educativos de La Rioja, analizados en el trabajo de Montenegro *et al.* (2020), existe una correlación positiva entre el nivel socioeconómico y la disponibilidad de dispositivos digitales y el nivel socioeconómico y la conexión a internet. Esta correlación positiva entre las distintas variables se aprecia tanto a nivel general como en cada nivel educativo concreto.

Además, puesto que la encuesta de Montenegro *et al.* (2020) fue respondida tanto por docentes de centros públicos como privados, es posible analizar los resultados de ambos centros y destacar que «los alumnos de centros concertados encuentran en general menos barreras económicas y de acceso tecnológico para el aprendizaje durante la situación investigada» (p. 9). Esta misma conclusión se puede extraer del estudio realizado en el País Vasco por Portillo-Berasaluce *et al.* (2022), el cual revela una ligera brecha digital entre centros públicos y concertados a favor de los últimos.

A pesar de dicha brecha digital entre centros, otros estudios destacan que durante la pandemia no se apreciaron diferencias en la adaptación tecnológica de centros públicos y privados (Vega Gil *et al.*, 2021), lo cual puede indicar que la brecha existente se encuentra más relacionada con el nivel económico de las familias que con la dotación de tecnología disponible en las escuelas, ya que los estudiantes disponen de mejores dispositivos y conexión a internet en casa.

El estudio llevado a cabo por Niño-Cortés *et al.* (2024) en España demuestra que aquellos alumnos cuyas familias pertenecen a niveles socioeconómicos superiores se identifican con una mayor competencia digital en comparación con estudiantes de niveles socioeconómicos inferiores, principalmente en los primeros años de la educación secundaria obligatoria. Por tanto, se aprecia una brecha digital relacionada con el nivel socioeconómico de las familias que posiciona en una situación de desventaja a aquellos alumnos en situación económica más desfavorable debido a que no disponen de las mismas herramientas tecnológicas para mejorar sus competencias digitales en casa.

Además, el uso de las TIC en los hogares juega un papel crucial para los docentes, ya que se ha comprobado que aquellos que saben que sus estudiantes las emplean en casa tienden a integrar más las TIC dentro de sus aulas, lo que puede derivar en una mayor preparación por parte de los profesores para utilizarlas de manera efectiva (Gómez-Fernández y Mediavilla, 2022). Además, esto puede implicar un incremento, a su vez, de la brecha digital, ya que los profesores no favorecen la formación de sus alumnos en competencias TIC.

En este sentido, programas como DigiCraft de la Fundación Vodafone, enfocados en mejorar las competencias digitales de alumnos en situaciones desfavorecidas, son necesarios para ayudar a todos los alumnos a alcanzar competencias digitales equitativas. En concreto, este programa ha mostrado su efectividad en la mejora de las competencias digitales y su uso en entornos educativos, disminuyendo además la exclusión social (Casillas-Martín *et al.*, 2020).

Claramente existe un sesgo de clase social que afecta a las clases bajas y vulnerables. Dichas desigualdades destacan, sobre todo, en el caso del ordenador, puesto que no es un dispositivo tan usado como los teléfonos móviles actuales (Calderón *et al.*, 2021). Los resultados de PISA 2018, resumidos por Zubillaga y Gortazar (2020), confirmaban este hecho, destacando la disponibilidad de ordenadores en casa en función del nivel socioeconómico de las familias. En aquellas con una renta inferior, el 14 % de los hogares no disponían de ningún ordenador, al contrario que los hogares con mayor renta, donde todos tenían al menos un ordenador.

Adicionalmente, según la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV) de 2018 del INE, analizada por Cabrera (2020), el porcentaje de personas con carencia de material disminuyó a la mitad desde el 2006 al 2018. Sin embargo, sigue existiendo una carencia de ordenadores en los hogares que «afecta a más proporción de personas cuando menor es su decil de renta [...]. Otro tanto ocurre por niveles de estudios: cuantos menos estudios se tienen, más proporción de carencia de ordenadores» (p. 118).

Asimismo, tal como afirman Molina-Pérez y Pulido-Montes (2021):

El derecho a la educación se está viendo amenazado en una situación en la que el grueso de los procesos de enseñanza-aprendizaje pasa por la red, debido a que los hogares situados en los quintiles más pobres de la población no cuentan con ningún ordenador o solo uno por familia para seguir la actividad docente (p. 188).

Por otro lado, también se encuentran diferencias entre el uso de las TIC y la ocupación y nivel de estudios de los jóvenes. En el último año del estudio de Torres Albero (2017), la gran mayoría de jóvenes utilizaba internet, destacando aquellos que se encontraban realizando estudios (el 99,40 % eran estudiantes). Además, cabe destacar que las personas con niveles de estudios más altos hacían mayor uso de internet (Torres Albero, 2017), encontrando

que un 98,60 % de aquellos que tenían estudios universitarios utilizaban internet en 2015, en contraposición al 67 % de los que tenían estudios primarios (Calderón Gómez, 2019).

A pesar de lo anterior, cabe destacar que no se han detectado, en los resultados de Kuric *et al.* (2020), problemas destacables respecto al acceso a los dispositivos tecnológicos o dificultades en su uso, puesto que:

[...] las dificultades han tenido más que ver con la instrumentalización de las TIC para fines educativos que con las destrezas técnicas necesarias para manejar los dispositivos, y mucho menos con el acceso material a los equipos TIC. Nos encontramos ante un problema de tercera brecha digital [...] relacionado con el aprovechamiento de la tecnología, que ha afectado especialmente durante la pandemia a los colectivos más vulnerables y podría polarizar la desigualdad social en el futuro (p. 77).

Es decir, los problemas de aprovechamiento de la tecnología para fines educativos están relacionados en mayor medida con los recursos y las dificultades de los centros educativos, aunque igualmente se encuentran dificultades relacionadas con la falta de competencias digitales (Calderón *et al.*, 2021). En un estudio realizado en Andalucía se ha observado que aquellos alumnos que disponen de tecnología en sus hogares presentan un alto nivel de competencia digital (Guillén-Gámez *et al.*, 2024), demostrado también por los resultados de PISA 2018 en España, de los cuales se infiere que aquellos estudiantes que hacen más uso de las TIC y las redes sociales tienen una mejor percepción de su competencia tecnológica (Navarro-Martínez y Peña-Acuña, 2022).

Sin embargo, esto no significa que dichos alumnos sean capaces de utilizar la tecnología para fines educativos y, de hecho, en el estudio de Andalucía, se muestra que presentan dificultades a la hora de aplicarlo en dicho contexto (Guillén-Gámez *et al.*, 2024). Además, los profesores encuestados a lo largo del 2022 para el informe de Blink Learning (2022) destacaron que uno de los mayores retos a la hora de introducir la tecnología en las aulas es la dificultad de que los alumnos utilicen las TIC para otros usos que no sean recreativos.

En lo que respecta a la competencia digital educativa, nos encontramos ante un obstáculo para la integración tecnológica, que reside, principalmente, en las limitaciones estructurales y materiales de los propios centros educativos, como se plasma en el estudio de Gómez-Fernández y Mediavilla (2022). La mayoría de los profesores de Madrid encuestados en dicho trabajo revelan que no hacían uso de las TIC por la falta de recursos en los centros educativos.

Por ello, no solo se debería invertir en formación para potenciar la capacitación individual tanto de profesores como de estudiantes, sino que se deberían mejorar las condiciones de las instituciones educativas en cuanto a la infraestructura tecnológica, la disponibilidad

de dispositivos adecuados, la calidad de la conectividad a internet y los recursos técnicos necesarios para una implementación efectiva de las TIC en el entorno educativo.

Diversas encuestas realizadas en España, respondidas tanto por profesores como por las familias de los estudiantes, afirman de igual forma que es necesaria una inversión presupuestaria para dotar a las escuelas de mayores recursos tecnológicos con la finalidad de integrar las TIC en las aulas y que estas formen parte del proceso de enseñanza-aprendizaje (Luengo Horcajo y Manso Ayuso, 2020; Peñarrubia-Lozano *et al.*, 2021; Torrado Cespón, 2021). La prioridad de los Gobiernos actuales se debería centrar en resolver estas carencias que impiden que los centros educativos puedan ofrecer una educación tecnológica de calidad. Se podrían proponer políticas públicas enfocadas a invertir en infraestructura, en formación y desarrollo profesional y en acceso igualitario a los recursos.

En cuanto a las políticas para aumentar la inversión en infraestructura, algunas propuestas podrían incluir un plan nacional para la actualización tecnológica de los centros educativos (incluyendo la mejora de la conexión a internet) o crear un fondo para centros en zonas socioeconómicamente desfavorecidas. Por otro lado, se podría crear un programa nacional de formación docente para perfeccionar su capacitación, así como incluir este tipo de formación en los años previos de formación universitaria. Por último, las políticas de equidad y acceso son cruciales para cerrar la brecha digital, implementando programas de préstamo de dispositivos y asegurando la conectividad para todos los estudiantes, independientemente de su situación socioeconómica.

Finalmente, según los estudios anteriormente mencionados, el nivel socioeconómico de las familias, el nivel de estudios (tanto de las familias como de los propios estudiantes) y el acceso y uso de las TIC y recursos digitales se encuentran altamente relacionados. Existe una correlación positiva entre el nivel socioeconómico y el acceso a las TIC, al igual que existe una correlación positiva entre el nivel de estudios y el uso de las TIC. Esta triple relación puede acrecentar las desigualdades existentes: las familias con mayores recursos económicos suelen tener niveles educativos más altos, lo que a su vez les permite hacer un mejor uso de las tecnologías disponibles, creando así un entorno más propicio para el aprendizaje y el desarrollo académico de sus hijos. Esta situación plantea, de nuevo, un desafío significativo para las políticas educativas, que deben abordar no solo el acceso a la tecnología, sino también la capacitación y el apoyo necesarios para su uso efectivo en contextos educativos.

4.3. Influencia del uso de recursos digitales en la motivación y el rendimiento en la asignatura de Matemáticas

No es una cuestión cerrada el debate sobre si las TIC tienen beneficios en los resultados académicos de los estudiantes, ya que algunos estudios han determinado que tanto el

uso de ordenadores como internet en las aulas es perjudicial para los estudiantes desde el punto de vista académico. Sin embargo, otros estudios demuestran los beneficios del uso de las TIC, pero solo en determinadas disciplinas como lectura, idiomas y matemáticas, mientras que otros concluyen que el uso de las TIC no beneficia en absoluto a los estudiantes (Valverde-Berrocoso *et al.*, 2022).

Por ello, en este apartado se revisarán diferentes estudios de campo realizados para comparar los resultados y determinar en qué casos se aprecian aspectos positivos del uso de las TIC en la asignatura de Matemáticas. Además de diversos estudios elaborados en España, se han incluido otros trabajos de países diferentes, puesto que analizan los resultados de perfiles de alumnado similares (misma edad y niveles académicos). Asimismo, se han considerado relevantes otros estudios que analizan resultados de países europeos porque hacen uso de las pruebas PISA, que son un referente internacional sobre los resultados académicos de alumnos de tercero de educación secundaria obligatoria en materias de ciencias, lectura y matemáticas. En total, se analizarán 14 trabajos relacionados con las TIC y su influencia en la motivación y el rendimiento de los estudiantes.

Comenzando con la influencia en el rendimiento académico, Colomo Magaña *et al.* (2022) destacan que el uso de herramientas como YouTube, buscadores, blogs, foros o mensajería instantánea mejora el rendimiento de los estudiantes en matemáticas, así como el uso de recursos específicos como GeoGebra, que se trata de un *software* matemático para el aprendizaje de geometría, álgebra, gráficas, estadísticas y cálculo (GeoGebra, 2022).

Por otro lado, Martínez-Garrido (2018) analizó los resultados de las pruebas PISA 2015 de España, junto con otras variables, como el nivel socioeconómico de las familias y las escuelas, el uso de las TIC para diversos cometidos, etc. Los resultados muestran que se observan beneficios en el rendimiento académico cuando los estudiantes utilizan recursos tecnológicos para la realización de trabajos en grupo y ejercicios, para la búsqueda de información en internet relacionada con las tareas y para la utilización de simuladores educativos.

En esta misma línea, los resultados de las pruebas PISA 2018 revelan, igualmente, que el uso de herramientas TIC en las aulas mejora la competencia matemática, concretamente en los alumnos de Canarias (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2024). De igual forma, de las pruebas PISA 2015 se puede concluir que el uso de *softwares* de simulación y la búsqueda de información en internet han demostrado su influencia en la competencia matemática.

Por último, Hossein-Mohand *et al.* (2021) elaboraron un cuestionario para alumnos de educación secundaria y bachillerato de Melilla con el objetivo de analizar la relación entre el uso de las TIC y los resultados académicos, determinando que el 30,22 % de los alumnos que no usaron TIC suspendieron las pruebas académicas, mientras que el 25,52 % de los que sí utilizaron las TIC suspendieron. Por tanto, parece que el uso de las TIC disminuye el porcentaje de suspensos y mejora el rendimiento académico.

Por otro lado, la motivación es «un estado interno que activa, anima y motiva a las personas a realizar tareas específicas para alcanzar metas concretas o cumplir objetivos específicos» (Bravo-Bravo y Suástegui-Solórzano, 2022, p. 380). Por tanto, es de esperar que cuanto mayor sea la motivación de una persona hacia algo, lo hará con una mejor disposición y obtendrá resultados más positivos. Es por ello que incentivar la motivación de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas resulta una tarea importante, ya que así estudiarán la materia de una forma más amena y los resultados académicos serán mejores (Bravo-Bravo y Suástegui-Solórzano, 2022).

Para contribuir al incremento de la motivación de los estudiantes en la era digital, el uso de recursos digitales en las aulas puede ser un aliciente para que los alumnos consideren que una materia es más atractiva. Por ejemplo, Colomo Magaña *et al.* (2022) mencionan algunas herramientas digitales que aumentan la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de las matemáticas, como son la realidad aumentada y las aplicaciones móviles diseñadas específicamente para las matemáticas. También Gabarda Méndez *et al.* (2022) destacan la realidad aumentada, junto con otras herramientas tecnológicas, como potenciadoras de la motivación en los estudiantes. En el caso concreto de la pandemia, también se ha apreciado que el uso de recursos digitales favoreció, junto a otros aspectos, la motivación de los estudiantes (Pocinho *et al.*, 2020).

Por lo que se ha comentado anteriormente, existe una relación entre motivación y rendimiento académico. Dicha relación se aprecia en el trabajo de Orellana y Lozano (2021), quienes aplicaron una actividad mediada por TIC en las aulas y determinaron que mejoró tanto la motivación de los estudiantes como su rendimiento académico. Gabarda Méndez *et al.* (2022) proporcionan otros estudios que igualmente destacan el aumento de la motivación y, junto con ella, el rendimiento académico de los estudiantes cuando se emplea la tecnología para el aprendizaje de las matemáticas.

Sin embargo, a pesar de los efectos positivos observados en la motivación y el rendimiento de los estudiantes gracias al uso de las TIC, se encuentran igualmente estudios que concluyen que dichos beneficios no son tales y que las TIC perjudican, en ciertos casos, al rendimiento académico en matemáticas y otras áreas de estudio. Por ejemplo, a partir de la revisión sistemática elaborada por Valverde-Berrocó *et al.* (2022), destacan dos trabajos que concluyen que las TIC tienen efectos negativos en el rendimiento de los estudiantes.

En primer lugar, el artículo de Bulut y Cutumisu (2018) analizaba los resultados de un estudio realizado a estudiantes de Finlandia y Turquía que participaron en las pruebas PISA de 2012 para evaluar la disponibilidad de TIC en los hogares de los estudiantes y el uso de las TIC en casa para realizar tareas del colegio. Los resultados muestran que el uso de las TIC para realizar tareas en casa no aportó beneficios académicos a los estudiantes, mientras que la disponibilidad de herramientas digitales en casa y en el colegio favoreció en algunos casos. En los alumnos de Turquía sí se apreciaron efectos positivos en el rendimiento académico, seguramente debido a que tienen menos recursos para disponer de

herramientas tecnológicas en casa en comparación con Finlandia. No se percibieron efectos en los alumnos de Finlandia, probablemente, debido a que el acceso a los recursos es más homogéneo en este país. Por tanto, se detectan efectos positivos cuando se proporciona acceso a herramientas tecnológicas en aquellos alumnos que presentan carencias, ya sea en el colegio o en casa.

Otro estudio destacado por Valverde-Berrocoso *et al.* (2022) es el de Agasisti *et al.* (2017), que también hicieron uso de los resultados de PISA 2012 en 12 países para analizar cómo el uso de herramientas tecnológicas para realizar las tareas en casa afectaba al rendimiento académico de los estudiantes. Al analizar los resultados de diversos países, con distintos niveles socioeconómicos y diferentes niveles de acceso a recursos, las desigualdades eran notables. España fue el único país en el que se apreciaba que todos los alumnos se vieron beneficiados por el uso de las TIC en casa (para labores escolares), mientras que en el caso de Italia solo mejoraron su rendimiento académico aquellos con menor nivel socioeconómico. Sin embargo, en Suecia ocurría lo contrario: aquellos alumnos con menor nivel socioeconómico obtuvieron peores resultados académicos en las pruebas PISA.

En línea con lo anterior, una encuesta realizada a estudiantes entre 12 y 18 años de institutos de educación secundaria de Castilla y León muestra que el uso de determinadas herramientas digitales favorece en algunas materias, pero no en otras (García-Martín y Cantón-Mayo, 2018). En el caso de ciencias, lengua castellana e inglés, obtuvieron mejores resultados académicos aquellos alumnos que hacían uso de motores de búsqueda para buscar información relativa a las tareas, que escuchaban *podcasts* y que consultaban wikis y blogs. Sin embargo, en matemáticas solo obtenían mejores resultados los alumnos que escuchaban *podcasts*.

Debido a la disparidad de resultados en los estudios anteriormente mencionados, y también debido a la antigüedad de los datos y muestras, se hace necesario realizar otros estudios más recientes. Por ello, García-Gil *et al.* (2022) elaboraron un cuestionario en 2018 destinado a alumnos de educación secundaria obligatoria y bachillerato de la Comunidad Autónoma de Extremadura, en el cual se analizaba el nivel de acceso a las TIC, el rendimiento académico y un cuestionario de capacidades y dificultades. Los resultados muestran que aquellos alumnos que no disponían de TIC en casa, ni internet ni teléfono móvil, obtenían peores resultados académicos que aquellos que sí contaban con dichos dispositivos.

Los resultados anteriores son corroborados por el estudio de Montenegro *et al.* (2020), que analizaron las percepciones de maestros de educación infantil y primaria y de profesores de educación secundaria respecto a la relación entre los logros de aprendizaje alcanzados por los estudiantes en los primeros meses de pandemia y el acceso y uso de dispositivos tecnológicos en La Rioja. Los resultados muestran que el 25,07 % de los alumnos con logros de aprendizaje bajos no tenía dispositivos digitales adecuados y el 21,53 % no tenía conexión a internet.

En contraposición a lo anterior, los resultados académicos eran peores en aquellos estudiantes que dedicaban un mayor tiempo a la navegación por internet, por lo que se puede concluir que un uso moderado de las TIC e internet para realizar las tareas es beneficioso para los estudiantes, ya que aumenta la motivación, reduce el tiempo de estudio y mejora los resultados académicos (García-Gil *et al.*, 2022).

Como conclusión, y tal como se ha comentado anteriormente, el impacto de las TIC en la motivación y el rendimiento de los estudiantes es muy dispar y complejo, por lo que no es posible llegar a una conclusión clara al respecto. Algunos estudios concluyen que el uso de las TIC puede mejorar tanto la motivación como el rendimiento de los estudiantes en áreas como Matemáticas, mientras que otros sugieren que su implementación no es tan efectiva y no presenta tales beneficios. Además, las respuestas de los estudiantes ante la inclusión de las TIC en las aulas son diversas y dependen de otros factores como el contexto socioeconómico y el propio uso que se les da a dichas herramientas.

Por tanto, es crucial plantear un uso adecuado de la tecnología en las aulas, adaptada a las necesidades y circunstancias de los estudiantes, y analizar cada aula en concreto y cómo las TIC podrían ser implementadas de la forma más adecuada. Un uso bien orientado y un acceso equitativo son claves para que las TIC proporcionen los máximos beneficios en el entorno educativo.

5. Conclusiones

En el presente artículo se ha realizado una revisión teórica sobre los recursos digitales empleados en la enseñanza de matemáticas en España y distintos aspectos que influyen o han influido en el uso de los mismos, como son la pandemia del COVID-19 y el incremento en la frecuencia de uso de las herramientas tecnológicas, la denominada «brecha digital» y los factores socioeconómicos que afectan al acceso desigual a los recursos, así como la repercusión del uso de recursos digitales en la motivación y el rendimiento de los estudiantes.

Analizando el uso de recursos digitales antes y después de la pandemia, se encuentra que la mayoría de los estudiantes no utilizaba las TIC con fines académicos en el periodo previo a la pandemia. Aunque las TIC se utilizaban, en ocasiones, como apoyo en las aulas, no era habitual que los estudiantes las utilizaran en sus hogares. La transición de formación presencial a virtual durante los meses de confinamiento conllevó que tanto los docentes como los estudiantes tuvieran que hacer uso de dispositivos tecnológicos para seguir correctamente las clases y realizar las tareas en casa. Debido al cambio tan abrupto, los Gobiernos tomaron algunas medidas para formar y ayudar a los profesores en el uso de las mismas y en su aplicación en las aulas, siendo estas insuficientes y necesitando la búsqueda de formación adicional, en muchos casos autodidacta.

Adicionalmente a lo anterior, los profesores encontraron otra serie de dificultades para llevar a cabo su labor docente, como son la mala conexión a internet, acceso insuficiente a equipamiento tecnológico en casa y soporte técnico limitado o nulo. Debido a estos aspectos, algunos de ellos se resistieron al uso de las TIC en sus aulas. Cabe mencionar que se aprecian diferencias notables en el manejo competencial de los recursos tecnológicos cuando se han utilizado previamente y se dispone de los recursos necesarios para impartir las clases de forma correcta.

No solo los profesores experimentaron dificultades durante la pandemia, sino que la denominada «brecha digital» también influyó en los estudiantes y en el correcto seguimiento de las clases. Un acceso desigual a la tecnología (primera «brecha digital») conlleva que algunos alumnos no dispongan de dispositivos tecnológicos adecuados para asistir a la formación *online* desde sus propios hogares, y esto puede repercutir en sus resultados académicos.

A pesar de que dichas desigualdades se encontraban ya presentes antes de la pandemia, esta las ha acentuado debido a la transición de formación presencial a virtual. En diversos estudios se aprecia que un alto porcentaje de alumnos en España experimentó dificultades para seguir las clases *online* durante los meses de confinamiento debido a la falta de medios tecnológicos y a una mala conexión a internet.

Un factor clave que afecta al acceso desigual a los recursos tecnológicos es el nivel socioeconómico o la clase social de las familias. Los estudios analizados afirman que existe una relación entre el nivel socioeconómico y los dispositivos tecnológicos disponibles en los hogares, de forma que, a mayor nivel socioeconómico, mayor número de dispositivos disponibles. Lo mismo ocurre con la conexión a internet y, sobre todo, en el caso de los ordenadores, puesto que no es un dispositivo tan usado actualmente.

En el caso de centros públicos y privados también se aprecian diferencias, encontrándose que los alumnos de centros privados y concertados encuentran menos barreras económicas y de acceso a la tecnología, lo cual puede estar relacionado con el nivel socioeconómico de las familias, ya que tienen la posibilidad de adquirir dispositivos tecnológicos y disponer de ellos en casa. Por otro lado, el nivel de estudios también influye en el uso de dispositivos tecnológicos e internet, mostrándose que las personas con niveles de estudios más altos hacen mayor uso de internet.

Como conclusión, se extrae que existe un sesgo de clase social que afecta a las clases bajas y vulnerables. Se hace necesaria una inversión presupuestaria para dotar, tanto a familias como escuelas, de mayores recursos tecnológicos para integrar las TIC en las aulas. A pesar de que durante la pandemia se llevaron a cabo ciertas acciones para disminuir las desigualdades entre los estudiantes, aún queda un gran camino por recorrer para asegurar que todos los jóvenes estén en igualdad de condiciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por último, se ha analizado cómo influye el uso de recursos digitales en la motivación y el rendimiento de los estudiantes. Los resultados de los estudios analizados son dispares, ya que algunos concluyen que las TIC son beneficiosas para la motivación y el rendimiento académico, mientras que otros desmienten lo anterior. Diversos estudios concuerdan en que un uso moderado de las TIC en determinadas asignaturas es beneficioso para los estudiantes, ya que se produce una mejora considerable en sus resultados académicos.

Sin embargo, es importante conocer en qué materias y con qué frecuencia es más adecuado utilizar las TIC en las aulas, ya que en ocasiones puede resultar perjudicial y una fuente de distracción para los jóvenes. Se ha observado que, en países con un nivel socioeconómico superior a España, el rendimiento académico no se ha incrementado de igual forma que en países con menor nivel socioeconómico, por lo que se puede concluir que se aprecian efectos positivos cuando se proporciona acceso a herramientas tecnológicas en aquellos alumnos que presentan carencias, ya sea en el colegio o en casa.

Por otro lado, cabe destacar que se ha evidenciado una falta de inversión en educación en términos de medios tecnológicos, para lo cual se recomienda, en concordancia con los trabajos aquí referenciados, el incremento de partidas presupuestarias que tengan como objeto dotar a las escuelas de más medios tanto económicos como tecnológicos y, de esta forma, mejorar las herramientas digitales empleadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, una parte de dicha inversión debería destinarse a las familias para disminuir la «brecha digital» que actualmente todavía existe y propiciar que todos los jóvenes estén en igualdad de condiciones en lo que se refiere al acceso a recursos para la formación educativa básica.

Referencias bibliográficas

- Agasisti, T., Gil-Izquierdo, M. y Han, S. W. (2017). *ICT Use at Home for School-Related Tasks: What is the Effect on a Student's Achievement? Empirical Evidence from OECD PISA Data*. Munich Personal RePEc Archive, 81343.
- Albó, L., Beardsley, M., Martínez-Moreno, J., Santos, P. y Hernández-Leo, D. (2020). Emergency remote teaching: capturing teacher experiences in Spain with SELFIE [paper presentation]. *15th European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL)*, Heidelberg, Alemania. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57717-9_23
- Anguita Acero, J. M.^a, Méndez Coca, M. y Méndez Coca, D. (2020). Motivación de alumnos de educación secundaria y bachillerato hacia el uso de recursos digitales durante la crisis del COVID-19. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 13, 68-81. <https://doi.org/10.55777/rea.v13iEspecial.2242>
- Blink Learning. (2022). *VII Estudio sobre el Uso de la Tecnología en la Educación*. https://www.blinklearning.com/portal/news/VI+Estudio+sobre+el+uso+de+la+tecnolog%C3%ADa+en+la+educaci%C3%B3n_4146298_402836722

- Bravo-Bravo, A. C. y Suástegui-Solórzano, S. M. (2022). Herramientas digitales para el desarrollo de la motivación en el aprendizaje de matemática del nivel básico superior. *Polo del Conocimiento*, 7(6), 372-397.
- Bulut, O. y Cutumisu, M. (2018). When technology does not add up: ICT use negatively predicts mathematics and science achievement for finnish and Turkish students in PISA 2012. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 27(1), 25-42.
- Cabrera, L. (2020). Efectos del coronavirus en el sistema de enseñanza: aumenta la desigualdad de oportunidades educativas en España. *RASE. Revista de Sociología de la Educación*, 13(2), 114-139. <https://doi.org/10.7203/RASE.13.2.17125>
- Cabrera, R. (2022). *Brecha digital y sus consecuencias en educación*. RedEduca.net. <https://redsocial.rededuca.net/educaci%C3%B3n-brecha-digital-tecnologias>
- Calderón Gómez, D. (2019). Una aproximación a la evolución de la brecha digital entre la población joven en España (2006-2015). *Revista Española de Sociología*, 28(1), 27-44. <https://doi.org/10.22325/fes/res.2018.16>
- Calderón, D., Kuric, S. y Sanmartín, A. (2021). En clase desde la distancia: experiencias y dificultades del alumnado de secundaria y universitario durante la pandemia de la COVID-19. *Revista del Consejo Escolar del Estado*, 8(11), 43-57.
- Casillas-Martín, S., Cabezas-González, M. y García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. (2020). DigiCraft: a pedagogical innovative proposal for the development of the digital competence in vulnerable children. *Sustainability*, 12(23). <https://doi.org/10.3390/su12239865>
- Colomo Magaña, E., Gabarda Méndez, V., Ruiz Palmero, J. y Guillén Gámez, F. D. (2022). Aprendizaje de matemáticas mediado por tecnología en la escolaridad obligatoria: análisis bibliométrico. *Publicaciones*, 52(1), 13-34. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v52i1.22298>
- Comisión Europea. (2021). *Plan de Acción de Educación Digital (2021-2027)*. <https://education.ec.europa.eu/es/focus-topics/digital-education/action-plan>
- Fernández Enguita, M. (2020). Una pandemia imprevisible ha traído la brecha previsible. *Cuaderno de Campo*. <https://blog.enguita.info/2020/03/una-pandemia-imprevisible-ha-traido-la.html>
- Fernández Enguita, M. y Vázquez Cupeior, S. (2016). *La larga y compleja marcha del CLIP al CLIC: escuela y profesorado ante el nuevo entorno digital*. Ariel.
- Gabarda Méndez, V., Colomo Magaña, E., Ruiz Palmero, J. y Cívico Ariza, A. (2022). El aprendizaje de las matemáticas mediante tecnología en Europa: revisión de literatura. *Texto Livre: Linguagem e Tecnologia*, 15, 1-22. <https://doi.org/10.35699/1983-3652.2022.40275>
- García-Gil, M.^a A., Fajardo-Bullón, F. y Felipe-Castaño, E. (2022). Análisis del rendimiento académico y la salud mental de los alumnos de educación secundaria según el acceso a los recursos tecnológicos. *Educación XX1*, 25(2), 243-270. <https://doi.org/10.5944/educxx1.31833>
- García Gil, D., Muñoz Muñoz, Á. y Alonso García, D. (2023). Desafíos de la adaptación a la docencia online durante la pandemia por COVID-19 en educación secundaria obligatoria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 98(37.1), 235-252.
- García-Martín, S. y Cantón-Mayo, I. (2018). Uso de tecnologías y rendimiento académico en estudiantes adolescentes. *Comunicar*, 59, 73-81. <https://doi.org/10.3916/C59-2019-07>

- GeoGebra. (2022). *Descubre las matemáticas con GeoGebra*. <https://www.geogebra.org/?lang=es-ES>
- Gómez-Fernández, N. y Mediavilla, M. (2022). Factors influencing teachers' use of ICT in class: evidence from a multilevel logistic model. *Mathematics*, 10(5), 1-29. <https://doi.org/10.3390/math10050799>
- Guillén-Gámez, F.D., Colomo-Magaña, E., Cívico-Ariza, A. y Linde-Valenzuela, T. (2024). Which is the digital competence of each member of educational community to use the computer? Which predictors have a greater influence? *Technology, Knowledge and Learning*, 29, 1-20. <https://doi.org/10.1007/s10758-023-09646-w>
- Henriques, S., Duarte Correia, J. y Dias-Trindade, S. (2021). Portuguese primary and secondary education in times of COVID-19 pandemic: an exploratory study on teacher training and challenges. *Education Sciences*, 11(9), 1-11. <https://doi.org/10.3390/educsci11090542>
- Hossein-Mohand, H., Gómez-García, M., Trujillo-Torres, J. M., Hossein-Mohand, H. y Boumadan-Hamed, M. (2021). Uses and resources of technologies by mathematics students prior to COVID-19. *Sustainability*, 13, 1-17. <https://doi.org/10.3390/su13041630>
- Instituto Nacional de Estadística. (2021a). *Equipamiento y uso de TIC en los hogares. Año 2021*. https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176741&idp=1254735576692
- Instituto Nacional de Estadística. (2021b). *Resumen de datos de personas por sexo, características demográficas y tipo de uso de TIC. Año 2021*. <https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?tpx=50895&L=0>
- Kuric Kardelis, S., Calderón-Gómez, D. y Sanmartín Ortí, A. (2020). Educación y brecha digital en tiempos del COVID-19. Perfiles y problemáticas experimentadas por el alumnado juvenil para afrontar sus estudios durante el confinamiento. *Revista de Sociología de la Educación (RASE)*, 14(1), 63-84. <https://doi.org/10.7203/RASE.14.1.18265>
- Levano-Francia, L., Sanchez Diaz, S., Guillén-Aparicio, P., Tello-Cabello, S., Herrera-Paico, N. y Collantes-Inga, Z. (2019). Competencias digitales y educación. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 569-588. <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.329>
- Luengo Horcajo, F. y Manso Ayuso, J. (Coords.). (2020). *Informe de investigación COVID-19. Voces de docentes y familias*. Proyecto Atlántida. <https://repositorio.uam.es/handle/10486/691408>
- Martínez-Garrido, C. (2018). Impacto del uso de los recursos tecnológicos en el rendimiento académico. *International Journal of Technology and Educational Innovation*, 4(2), 138-149. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2018.v4i2.4956>
- Molina-Pérez, J. y Pulido-Montes, C. (2021). COVID-19 y digitalización «improvisada» en educación secundaria: tensiones emocionales e identidad profesional cuestionada. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 10(1), 181-196. <https://doi.org/10.15366/riejs2021.10.1.011>
- Montenegro, S., Raya, E. y Navaridas, F. (2020). Percepciones docentes sobre los efectos de la brecha digital en la educación básica durante el COVID-19. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 9(3e), 317-333. <https://doi.org/10.15366/riejs2020.9.3.017>
- Navarro-Martínez, O. y Peña-Acuña, B. (2022). Technology usage and academic performance in the Pisa 2018 report. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 11(1), 130-145. <https://doi.org/10.7821/naer.2022.1.735>

- Niño-Cortés, L. M., Grimalt-Álvaro, C., Sanabria, I. Z. y Usart, M. (2024). ¿Cómo influye el nivel socioeconómico en la autopercepción de la competencia digital del alumnado de educación secundaria en España? *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 89, 174-189. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.89.3277>
- Orden EFP/365/2020, de 22 de abril, por la que se establecen el marco y las directrices de actuación para el tercer trimestre del curso 2019-2020 y el inicio del curso 2020-2021, ante la situación de crisis ocasionada por el COVID-19 (Boletín Oficial del Estado núm. 114, de 24 de abril de 2020). <https://www.boe.es/boe/dias/2020/04/24/pdfs/BOE-A-2020-4609.pdf>
- Orellana, E. J. y Lozano, E. A. (2021). *Implementación de una estrategia metodológica con uso de TIC para motivar el aprendizaje de las matemáticas en el grado quinto de una institución educativa del Municipio Morales Bolívar*. HAL. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03319742>
- Peñarrubia-Lozano, C., Segura-Berges, M., Lizalde-Gil, M. y Bustamante, J. C. (2021). A qualitative analysis of implementing e-learning during the COVID-19 lockdown. *Sustainability*, 13, 1-28. <https://doi.org/10.3390/su13063317>
- Pocinho, R., Carrana, P., Margarido, C., Santos, R., Milhano, S., Trindade, B. y Santos, G. (2020). The use of digital educational resources in the process of teaching and learning in pandemic by COVID-19 [paper presentation]. *Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'20)*, Salamanca, España. <https://doi.org/10.1145/3434780.3436589>
- Portillo-Berasaluce, J., Romero, A. y Tejada, E. (2022). Competencia digital docente en el País Vasco durante la pandemia del COVID-19. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 21(1), 57-73. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.21.1.57>
- Pozo, J.-I., Cabellos, B. y Pérez Echeverría, M.^a P. (2024). Has the educational use of digital technologies changed after the pandemic? A longitudinal study. *PLoS ONE*, 19(12), 1-17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0311695>
- Real Decreto 463/2020, de 14 de marzo, por el que se declara el estado de alarma para la gestión de la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19 (Boletín Oficial del Estado núm. 67, de 14 de marzo de 2020). <https://www.boe.es/buscar/pdf/2020/BOE-A-2020-3692-consolidado.pdf>
- Rodicio-García, M.^a L., Ríos-de-Deus, M.^a P., Mosquera-González, M.^a J. y Penado Abilleira, M.^a (2020). La brecha digital en estudiantes españoles ante la crisis de la COVID-19. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 9(3e), 103-125. <https://doi.org/10.15366/riejs2020.9.3.006>
- Rodríguez-Rodríguez, D., Batista-Espinosa, F. J. y Domínguez-Santana, F. (2024). Factores asociados al rendimiento de estudiantes de Canarias en matemáticas, ciencias y lectura en PISA 2018. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 22(1), 5-25. <https://doi.org/10.15366/reice2024.22.1.001>
- Sánchez Pachas, C. I. (2020). Herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas durante la pandemia COVID-19. *Hamut'ay*, 7(2), 46-57. <https://doi.org/10.21503/hamu.v7i2.2132>

- Sanmartín, A., Ballesteros, J. C., Calderón, D. y Kuric, S. (2020). *De puertas adentro y de pantallas afuera. Jóvenes en confinamiento*. Centro Reina Sofía sobre Adolescencia y Juventud/FAD.
- Statista. (2022). *Número de smartphones vendidos al usuario final a nivel mundial de 2011 a 2021*. <https://es.statista.com/estadisticas/521667/numero-de-smartphones-vendidos-en-el-mundo-al-usuario-final/>
- Torres Albero, C. (2017). Sociedad de la información y brecha digital en España. *Panorama Social*, 25, 17-33.
- Torrado Cespón, M. (2021). TIC/TAC y COVID-19: uso y necesidades del profesorado de secundaria en Galicia. *Digital Education Review*, 39, 356-373. <https://doi.org/10.1344/der.2021.39.356-373>
- Valverde-Berrocoso, J., Acevedo-Borrega, J. y Cerezo-Pizarro, M. (2022). Educational technology and student performance: a systematic review. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.916502>
- Vega Gil, L., Lambea Ortega, M., Reyesado Carballares, D. y Vargas Hernández, Y. (2021). Educación y escuela en España en tiempos de pandemia. *Linhas Críticas*, 27, 1-16. <https://doi.org/10.26512/lc27202138898>
- Zubillaga, A. y Gortazar, L. (2020). *COVID-19 y educación: problemas, respuestas y escenarios*. COTEC.

ID Cristina Nuevo-Gallardo. Ingeniera mecánica (rama industrial) y Máster en Ingeniería Biomédica por la Universidad de Extremadura (España), donde también obtuvo su doctorado especializado en robótica para aplicaciones médicas. Su trayectoria investigadora está respaldada por una sólida producción científica que incluye 12 publicaciones en revistas (de las cuales 10 están indexadas en JCR), cuatro capítulos de libro y 19 contribuciones en congresos nacionales e internacionales. En la actualidad, participa como investigadora técnica en un proyecto dirigido por la Universidad de Navarra (España). Sus líneas de investigación se centran en la sostenibilidad, la eficiencia energética y los gemelos digitales.

ID Mariano Urraco Solanilla. Licenciado y doctor en Sociología por la Universidad Complutense de Madrid (España). Licenciado en Antropología Social y Cultural por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (España). Es profesor en el Departamento de Sociología: Metodología y Teoría de la Universidad Complutense de Madrid. Está acreditado a titular de universidad y cuenta con un sexenio CNEAI. Especialista en Sociología de la Juventud y en Sociología del Trabajo, fue ganador del II Premio a la mejor tesis doctoral en Sociología del Trabajo (Federación Española de Sociología). Es autor, entre otros, de *Una juventud zaleada: crisis y precariedades* (2021, Tirant lo Blanch) y editor de *Sociedad, familia, formación: elementos para una sociología de la educación* (Los libros de la Catarata, 2023).

Contribución de autores. Idea: M. U. S. y C. N.-G.; Revisión de literatura (estado del arte): C. N.-G.; Metodología: C. N.-G.; Análisis de datos: C. N.-G.; Resultados: C. N.-G.; Discusión y conclusiones: C. N.-G.; Redacción (borrador original): M. U. S. y C. N.-G.; Revisiones finales: M. U. S. y C. N.-G.; Diseño del proyecto y patrocinios: M. U. S.

Spanish as a foreign language instruction in the International Baccalaureate: the role of the application Education Perfect

Daniel Padrón de los Riscos

Professor at St. Joseph's Institution International (Republic of Singapore)
riscospadron@gmail.com | <https://orcid.org/0009-0007-3032-3328>

Beatriz Lores-Gómez (corresponding author)

Professor at Universitat Jaume I (Castellón, Spain)
blores@uji.es | <https://orcid.org/0000-0001-8487-5960>

Abstract

Nowadays, digital technologies play a fundamental role in the field of education. However, as teachers, it is important to reflect on how we can use them more meaningfully to enhance our students' (men and women) skills and foster a greater interest in learning a new language. This study aims to analyze the use of digital technologies as a teaching resource in the instruction of Spanish as a foreign language (SFL) with adolescents studying the International Baccalaureate Diploma Program at an educational institution in Singapore. First, an analysis has been conducted on the reasons why teachers have increasingly incorporated digital technologies as didactic tools in foreign language instruction, based on specialized literature. Subsequently, two didactic proposals have been implemented: one analog (control group) and one digital (experimental group), both in two 11th-grade Spanish Ab Initio classes. Finally, qualitative and quantitative scientific methods have been employed to analyze, compare, and understand the influence of digital and analog resources on the teaching and learning process of a foreign language. The results suggest that a balanced use of analog and digital tools, based on the individual preferences and needs of the students, is of vital importance to maximize the advantages of both resources in Spanish as a foreign language instruction.

Keywords: digital technologies; analog tools; teaching Spanish as a foreign language (SFL); authoring tools; International Baccalaureate; Singapore; secondary school.

Received: 17-07-2024 | Accepted: 11-02-2025 | Published: 06-05-2025

Citation: Padrón de los Riscos, D. and Lores-Gómez, B. (2025). Spanish as a foreign language instruction in the International Baccalaureate: the role of the application Education Perfect. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 31, 38-58. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.22483>

La enseñanza del español como lengua extranjera en el Bachillerato Internacional: el rol de la aplicación Education Perfect

Daniel Padrón de los Riscos

Profesor en St. Joseph's Institution International (República de Singapur)
riscospadron@gmail.com | <https://orcid.org/0009-0007-3032-3328>

Beatriz Lores-Gómez (autora de contacto)

Profesora en la Universitat Jaume I (Castellón, España)
blores@uji.es | <https://orcid.org/0000-0001-8487-5960>

Extracto

Hoy en día, las tecnologías digitales son fundamentales en el ámbito educativo. Sin embargo, como docentes, es importante reflexionar sobre cómo podemos utilizarlas de manera más significativa para potenciar las habilidades de nuestros estudiantes (hombres y mujeres) y despertar un mayor interés en el aprendizaje de una nueva lengua. En este estudio, se pretende analizar el uso de las tecnologías digitales como recurso didáctico en la enseñanza del español como lengua extranjera (ELE) con adolescentes que estudian el Programa del Diploma de Bachillerato Internacional en un centro educativo en Singapur. En primer lugar, se ha realizado un análisis de las razones por las cuales los docentes han ido incorporando cada vez más las tecnologías digitales como herramientas didácticas en la enseñanza de lenguas extranjeras, basándose en literatura especializada. Posteriormente, se han llevado a cabo dos propuestas didácticas: una analógica (grupo de control) y otra digital (grupo experimental), las cuales se han implementado en dos clases de grado 11 de Spanish Ab Initio. Por último, se han empleado métodos científicos tanto cualitativos como cuantitativos con el objetivo de analizar, comparar y comprender la influencia de los recursos digitales y analógicos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de una lengua extranjera. Los resultados sugieren que un uso equilibrado de herramientas analógicas y digitales, basado en las preferencias y necesidades individuales de los estudiantes, es de vital importancia para aprovechar al máximo las ventajas de ambos recursos en la enseñanza del español como lengua extranjera.

Palabras clave: tecnologías digitales; herramientas analógicas; enseñanza de español como lengua extranjera (ELE); herramientas digitales; Bachillerato Internacional; Singapur; educación secundaria.

Recibido: 18-05-2024 | Aceptado: 19-12-2024 | Publicado: 06-05-2025

Cómo citar. Padrón de los Riscos, D. y Lores-Gómez, B. (2025). La enseñanza del español como lengua extranjera en el Bachillerato Internacional: el rol de la aplicación Education Perfect. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 31, 38-58. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.22483>

Sumario

1. Introduction

1.1. Justification

1.2. Theoretical framework

1.2.1. Teaching SFL

1.2.2. Learning Spanish in the International Baccalaureate Program

1.2.3. Integration of educational technology in teaching a foreign language

1.2.4. Development of competencies in foreign languages and digital technologies

2. Objective

3. Method

3.1. Contextualization

3.2. Research approach

3.3. Research scope

3.4. Instruments for data collection

4. Results

4.1. Knowledge acquisition

4.2. Satisfaction

4.3. Beliefs and opinions

5. Discussion

6. Conclusions

References

Nota: los autores del artículo declaran que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este trabajo de investigación se han realizado de conformidad con las leyes y directrices institucionales pertinentes. Asimismo, los autores del artículo han obtenido el consentimiento informado (libre y voluntario) por parte de todas las personas intervinientes en este estudio de investigación.

1. Introduction

The first quarter of the 21st century has been marked by the expansion and appropriation of digital technology in all areas of human society (Area and Adell, 2021). This includes education, where the pedagogical use of technology has been incorporated both inside and outside the classroom, enabling more effective communication between teachers and students, as well as new forms of teaching and student assessment (Beltrán Poot *et al.*, 2015).

It is recognized that technology has the potential to significantly improve education and learning. However, it is emphasized that it should be used responsibly, integrating it with appropriate pedagogical strategies to meet the needs of students (Vargas-Murillo, 2020). During the COVID-19 pandemic, school closures prompted a metamorphosis in the use of instructional materials and teachers' digital competence, accelerating the pedagogical transformation towards the digital realm (Area and Adell, 2021).

Technology has the capacity to exponentially enhance education and learning. Numerous research studies and educational experiences (Castro *et al.*, 2007; Mena Octavio, 2021; Pizarro Chacón and Cordero Badilla, 2013) have demonstrated the multiple benefits of digital technologies in teaching practices, highlighting their ability to generate meaningful learning in students. Digital technologies propose innovative techniques that offer an ideal opportunity to advance the development of an inclusive society with quality education.

However, in many educational environments, the enormous potential of digital tools that can facilitate teaching and learning processes is still not fully utilized. Despite having these tools, they are not used comprehensively, as educators do not adequately respond to individual preferences and needs of students to achieve predetermined educational objectives. According to Díaz Barriga (2008), it is important to consider that digital technologies alone do not guarantee inclusion and social equity, nor do they ensure quality or innovation. Additionally, in many cases, technology is used to reproduce or enhance traditional teaching models, making it essential to develop new theories of educational design that use technology according to current needs. This way, useful knowledge can be acquired to address relevant problems with a socially significant approach.

1.1. Justification

The IB school in Singapore, where this study took place, distinguishes itself through its innovative approach and leadership in implementing new educational practices. These efforts

aim to ensure that students are well-prepared to confront the challenges of the contemporary world. Nevertheless, the emergence of the COVID-19 outbreak necessitated an adaptation to a new environment of distance learning. In this setting, online technological tools became indispensable resources, guaranteeing the provision of quality education and fostering student advancement within the confines of the novel situation.

This situation sparked a profound interest in assessing and dissecting the impact of technology on the processes of teaching and learning foreign languages. The primary goal is to enhance linguistic skills, enabling students to better prepare for an increasingly interconnected world (Mileva *et al.*, 2012). Proficiency in a foreign language remains a central educational goal in contemporary society, providing students with a holistic education that equips them to meet the challenges of an open and globalized world, as underscored by Sagredo Santos (2008).

Teaching foreign language holds great importance within the social and educational context. Throughout history, various methodological changes have been made to promote the development of students' competencies in the target language. In this regard, as Martín Sánchez (2009) maintains, the evolution of teaching methods has been crucial in achieving successful learning:

The search for the ideal method is what Psycholinguistics has been doing for many years, which highlights the inexorable relationship between educational success or failure and the choice of an appropriate method (p. 67).

In recent years, there has been a notable shift in the approach to teaching foreign languages. Previously, the primary focus was on finding the most effective methodology to address learning challenges. Today, there is a trend towards a more communication-oriented approach, placing emphasis on the emotional aspects of language acquisition (Lin, 2008).

According to Martín Sánchez (2009), a key educational goal for foreign language teachers is to help students achieve complete communicative proficiency. This involves mastering the language, understanding the context of communication, and considering individual characteristics, needs, learning styles, conditions, and communicative intentions.

To develop this communicative competence, teachers need to implement strategies that allow students to interact in real-life situations and contexts (Martín Sánchez, 2009). However, a significant challenge faced by students learning a foreign language is the lack of exposure to authentic contexts that would enable them to enhance their language skills by expressing themselves in the target language (Garau, 2008).

In this regard, Delgado *et al.* (2009) argues that the increasingly widespread use of digital technologies provides access to a world full of up-to-date and easily accessible information, facilitating the creation of a learning environment tailored to innovative didactic strategies

in the classroom. This type of didactic approach adapts to the students' learning pace and creates space for cognitive, creative, and enjoyable development in the areas of the second or foreign language curriculum. Furthermore, digital technologies enable the development of language skills, such as reading comprehension and textual production, contributing to strengthening students' communicative competence (Castro *et al.*, 2007).

1.2. Theoretical framework

1.2.1. Teaching SFL

The teaching of SFL has undergone significant changes in its methodologies over time, according to Martín Sánchez (2009) in his work «History of foreign language teaching methodology». From the early forms of teaching to the present day, the evolution of SFL methodologies has been constantly changing with the goal of improving learning and adapting to the needs of students.

According to the same author, initially, the linguistic objective was to train students for reading and analyzing literature in the target language. The usual procedures focused on deductive grammar analysis, lexical, morphological, and syntactic memorization, the translation of literary texts, contrastive analysis, and other methods that primarily emphasized grammar instruction.

In the early decades of the 20th century, SFL teaching was centered on grammar and rote memorization of rules and structures. This methodology was based on translation and a deductive approach, which meant that grammar was taught and then applied to oral and written production. This methodology focused on form rather than content, resulting in mechanical and impractical learning (Martín Sánchez, 2009, p. 62).

Before, in the 1970s, the methodology evolved towards a more communicative approach in SFL teaching. Communicative approaches emerged in Europe as a response to the structural methods mentioned earlier. This methodology focused on the practical use of language and the development of real communicative skills. It encouraged interaction among students and prompted them to use Spanish in real situations. This methodology emphasized content rather than form, allowing for better language comprehension and improved communication skills.

Today, the teaching of SFL is at a critical moment in its development and evolution, aiming to achieve quality education. The evolution of the communicative approach has shifted the perspective towards placing the learner at the center of learning. A methodological framework has been adopted that considers the students' needs and their communicative intent.

The educational goal of the SFL teacher is to help their students achieve full communicative competence, which entails not only linguistic competence but also an understanding of the context in which communication occurs and individual student characteristics, such as their learning styles and learning conditions (Martín Sánchez, 2009).

1.2.2. Learning Spanish in the International Baccalaureate Program

In this section, we will focus on key aspects that allow us to delve deeper and gain a more detailed understanding of the circumstances in which this research takes place. To do so, we will refer to the official IB document «What is IB education?» (International Baccalaureate, 2020) where it is found that established in 1968, the IB's mission is to deliver a challenging and well-rounded education, support geographic mobility, and encourage mutual understanding and intercultural respect. The program aspires to provide a holistic education that transcends disciplinary and cultural limits, fostering critical thinking and the formation of meaningful connections.

Multilingualism is a key aspect of the program, and students have the option to learn Spanish as a second language. Through the learning of Spanish, students acquire important language and cultural skills, enabling them to communicate in a new language and gain a different perspective on the culture and history of Spanish-speaking countries, contributing to the development of informed and engaged global citizens.

1.2.3. Integration of educational technology in teaching a foreign language

Learning a foreign language involves great effort and is a process that can be complicated and often frustrating. Throughout history, language learning has been closely related to the use of available technology at each moment, with the aim of facilitating the process and reducing the time required to achieve satisfactory communicative competence (Pérez *et al.*, 2020; Trujillo *et al.*, 2019; Trujillo *et al.*, 2022).

According to Rodríguez Pérez's work (2016), the integration of technology in the language teaching classroom began in the 1960s with the use of «teaching machines», an ambitious project to teach subjects through digital computers. From there, experimentation with the use of technology in language classes began. In the 1970s, research on interaction in communication and content structuring was further explored. However, it was not until the 1990s that there was a significant advancement in technological possibilities in this field.

Today, the incorporation of technology in the language classroom, especially after the COVID-19 pandemic, has become inevitable. Currently, it is unthinkable for educational institutions not to have educational platforms, digital resources, and a digital strategy, or even

a comprehensive digital project. Therefore, the question is no longer whether we should use technology, but how we can achieve optimal results through it and how to do it effectively (Trujillo *et al.*, 2022).

In line with the above, Valencia-Galeano and Serrano Sánchez (2020) point out that teaching foreign languages faces a significant challenge due to the growing interest in new teaching methods. The mere use of books, blackboards, and projectors is no longer sufficient, as advances in physical media derived from digital technology are allowing exploration of innovative educational methodologies and resources that provide more personalized and tailored teaching to individual student needs, aligned with current educational practices. According to Trujillo *et al.* (2022), the educational environment has experienced an integration of tools such as emails, chats, instant messaging, forums, websites, social profiles, and wikis, which have become fundamental elements unlikely to disappear.

According to Salinas Ibáñez (2008), if our goal is to make full use of the potential offered by educational technology and create virtual teaching-learning environments that are effective in terms of knowledge construction, it is necessary to make decisions in line with appropriate didactic strategies. For this purpose, Ferreira (2022) proposes the construction of a model that includes face-to-face classes in electronic learning contexts mediated by «authoring tools» to improve language learning. Specific management tools for educational purposes, such as the so-called «authoring systems» oriented to the educational field, are computer applications that allow for a multimedia teaching-learning process (Nikleva and Ogáyar, 2012).

There are several easily accessible and user-friendly authoring tools that function as servers for various types of courses, enabling language teaching in different modalities, combining traditional face-to-face classes with technological resource support. However, we have chosen the Education Perfect platform to carry out our study since it is one of the most widely used and comprehensive platforms for teaching SFL. This platform constitutes a viable and accessible alternative to support language students with individual and collaborative activities that effectively complement their work both inside and outside the classroom.

The availability of educational resources on the web is extensive and can enrich our work as teachers. According to De Juan González (2012), there is a wide range of educational material available, including references such as dictionaries, encyclopedias, and manuals. Additionally, numerous resources specifically designed for teaching are available in various formats, such as interactive exercises, audio and video recordings, texts, images, among others. These materials range from exercises and quizzes of various types to texts and comics, including concept maps and vocabulary cards.

The availability of technological resources offers numerous advantages to enrich the experience of teaching foreign languages, particularly in facilitating access to authentic materials. However, as emphasized by Durán Chinchilla *et al.* (2021), the starting point for

teachers should be to guide the work in these contexts and ensure that the integration of digital tools and resources in the teaching-learning process has a clear pedagogical purpose. Furthermore, it is essential for students to understand that these tools are a means to acquire knowledge and that they learn to use different techniques to promote their learning and increase their autonomy in the use of online platforms and resources (Ferreira, 2022).

1.2.4. Development of competencies in foreign languages and digital technologies

In current education, digital technologies are frequently used, especially in teaching foreign languages, with the aim of enhancing language skills. digital technologies can be beneficial in improving students' reading comprehension by providing appropriate texts at their level related to the content taught in each session. Students can access a wide range of authentic texts in the target foreign language, such as news, magazine articles, blogs, e-books, research documents, and multimedia texts with images that can aid in understanding the overall message. Interactive tools, comprehension exercises, and text-to-speech programs are also available to enhance reading comprehension. Furthermore, students can work on their reading comprehension independently, allowing them to be more autonomous and focus on other skills (Simons, 2010).

In foreign language learning, digital technologies offer a variety of tools to enhance listening comprehension. Students can practice listening to words, phrases, and complete texts, and compare their pronunciation with recorded examples that match their level and the content being taught in each session. Additionally, digital technology tools, such as news articles, magazine features, blogs, e-books, research documents, and multimedia texts with images, videos, and audio, can be helpful in grasping the overall message. Electronic devices can also assist in addressing language learning difficulties, such as dyslexia (Simons, 2010).

In terms of written expression, digital technologies provide several tools that can be utilized for development, such as online platforms, word processors, blogs, discussion forums, social networks, and grammar exercises with correction tools for grammar and spelling. However, an overreliance on digital technologies may lead students to depend too heavily on these tools, potentially hindering their traditional efforts to enhance their writing skills.

Furthermore, as highlighted by Kovač and van der Weel (2020), it is crucial to reflect on how various technologies and tools influence our cognitive and emotional engagement with digital environments compared to analog or paper-based ones. The same authors suggest that excessive technology use might restrict students' critical and creative thinking:

Experimental research in psychology and neuroscience, focusing on the associations between fine motor processes and cognitive outcomes, tends to find that handwriting, not typing, allows for better identification and recall (p. 33).

Lastly, in terms of oral expression, digital technologies can also be valuable for practicing oral production through video conferences, voice chats, recordings, and simulations. Moreover, voice recognition applications can greatly assist in improving pronunciation and providing real-time feedback, cultivating habits of improvement for both oral expression and comprehension.

However, Simons (2010) notes that there are still limited solutions for assessing oral skills through technology, underscoring the vital role of the teacher in language instruction. Although digital technologies can furnish foundational materials to encourage oral expression at a later stage.

2. Objective

The general objective (GO) of this research study is the following:

GO. Compare the effectiveness of learning Spanish as a second language among secondary school students who use the traditional method versus those who employ digital technologies in their learning process.

3. Method

In this study conducted from October 28th to December 2nd, 2023, we carried out the development of the same didactic unit with two groups of 11th-grade students who are taking SFL subject. The main difference between the two groups lies in the resource used to conduct the sessions. The first group used the online platform Education Perfect as the primary resource, which involved an intensive use of digital tools as the guiding thread of the teaching-learning process. On the other hand, the second group primarily worked with a printed notebook, limiting the use of analog resources as an educational tool throughout the unit.

The implementation of a common didactic unit for both groups allowed us to efficiently analyze the influence of digital and analog tools during the session development. Furthermore, to achieve the established objectives of this study, both quantitative and qualitative data were collected through the use of different instruments such as questionnaires, observations, interviews with focus groups, and pre- and post-tests. This way, we were able to compare and examine the students' perception regarding analog and digital resources, aiming to evaluate the benefits and drawbacks of their utilization in acquiring and enhancing communicative skills in foreign language learning.

The following table outlines the specific steps and timeline followed during the research process (see table 1). Each step describes a key phase of the study, from the initial preparation and group assignment to data collection, analysis, and final reporting.

Table 1. Steps and timeline followed during the research process

Step	Description	Duration
1. Contextualization	Setting the stage for the research, including school and sample description (location, demographics).	October 1-16, 2022
2. Group assignment	Formation of the experimental and control groups (digital tools vs. traditional methods).	October 16-27, 2022
3. Initial pretest	Administration of pretest to assess prior knowledge and skills in Spanish.	October 28-31, 2022
4. Implementation of didactic unit	Execution of the didactic unit «La Vida Sana» with both groups using their assigned resources.	October 31-November 30, 2022
5. Ongoing observations	Conducting direct and participant observations of classroom dynamics and student engagement.	Ongoing throughout the study period
6. Surveys/questionnaires	Students complete questionnaires on their experience with the resources and satisfaction levels.	November 28-December 1, 2022
7. Final posttest	Administration of the posttest to evaluate the impact of resources on learning outcomes.	November 26, 2022
8. Semi-structured interviews	Focus group interviews with selected students from each group to discuss their experiences and views.	November 26-29, 2022
9. Data analysis	Quantitative and qualitative data analyzed to compare the effects of digital vs. analog resources.	January 1-June 30, 2023
10. Conclusion and reporting	Summarization of findings, conclusions, and formulation of potential hypotheses.	July 1-August 31, 2023

Source: own production.

3.1. Contextualization

This study is conducted in a school located in Singapore, a globally renowned city-state for its cultural diversity, where various ethnicities, religions, and nationalities coexist harmo-

niously. The official languages of the country are English, used in education, government, and business, Malay, Mandarin, and Tamil, which are employed among the different ethnic groups.

The selected educational institution for this study is an international school that provides education to both local and foreign students from grades 7 to 12. Its academic program includes the well-regarded IGCSE (International General Certificate of Secondary Education) program for grades 7 to 10, and the International Baccalaureate Diploma Program for grades 11 and 12. It has a staff of over 200 teachers and a diverse student body of 1,289 young individuals from 40 different nationalities.

For this study, a sample of 29 students, aged 16 to 18, was selected from two balanced grade 11 groups within the IB Program (see table 2). These students were divided into two groups: experimental and control.

The primary reason for selecting this sample was that it was the only grade with two balanced groups, as the other students (44 in total) from grades 10 and 12 did not exhibit the same balance. Additionally, these two grade 11 groups are particularly notable because, aside from being balanced, they are experiencing their first year of exposure to SFL. This makes the results regarding the impact of our variables potentially more significant and suitable for comparison. Consequently, the selection process was intentional, focusing on students who actively engaged with both digital and paper-based materials in order to gain a deeper understanding of their learning experiences and the study's context.

Table 2. Student distribution by group and gender

Group	Male	Female	Total
Experimental	8	7	15
Control	5	9	14
Total	13	16	29

Source: own production.

In the present study, two groups were formed to evaluate the effectiveness of learning Spanish as a second language among secondary school students in Singapore. The experimental group, which uses digital technologies in their learning process, consists of 15 students: 8 males and 7 females. On the other hand, the control group, which employs the traditional teaching method, includes 14 students: 5 males and 9 females. In total, the sample includes 29 students.

3.2. Research approach

Considering the complexity of the object of study and the research context, a mixed approach has been chosen for its development. In the educational field, mixed-method designs are increasingly applied to address research topics as they offer an excellent alternative to implement different procedures to obtain more detailed results, provided that the understanding of the phenomena under study is formalized, developed, and reflexively explained, especially when dealing with complex fields involving human beings and their diversity (Pereira Pérez, 2011).

According to Aguilar Gavira and Barroso Osuna (2015), the main advantage of this approach is the possibility of triangulation. Triangulation is a fundamental concept for the development of research projects that combine quantitative and qualitative methodologies. Forni and Grande (2020) refer to the use of triangulation in mixed designs as a crucial element to implement different data collection strategies to compare a specific set of observations with others, addressing the same phenomenon.

Considering the above, our research is framed within a convergent parallel design since the conditions of our research favor the adoption of this design. Among these conditions are the following (Arévalo-Chávez, *et al.*, 2020): the available time for research is very limited. The two phases, qualitative and quantitative, are developed simultaneously. Both qualitative and quantitative data are equally important for the project.

3.3. Research scope

Our study has followed the quasi-experimental design, in which an experimental group (EG) receiving the treatment or stimulus (independent variable) is established, and a control group (CG) serves as a comparison and does not receive the treatment. This allows us to observe the reactions or effects produced on the dependent variable (Arias, 2012). To measure the effect of the independent variables (use of technology and analog materials) on the dependent variable (knowledge acquisition, satisfaction, beliefs, and opinions), the effect was observed and measured through different data collection techniques: pretest and posttest, interviews, direct observation, and questionnaires.

Based on this premise, the present work falls within a descriptive method with the objective of seeking a better understanding of the use of digital technologies and analog resources within interactive dynamics in the classroom and from the student's perspective in their natural context, without intentional provocation by the observer (Veiga de Cabo *et al.*, 2008).

Finally, it is important to note that, due to the scope, our study does not begin with an initial hypothesis. However, by the end of our proposal, we will seek to formulate a

hypothesis that aims to characterize the phenomenon of the study and relate it to the previously stated objectives and variables (Ramos Galarza, 2020).

3.4. Instruments for data collection

A quasi-experimental design allows the researcher to gather a series of objective and reliable data through different techniques and instruments that help us reflect the reality of our study object (Hernández Sampieri *et al.*, 2014).

Aguilar Gavira and Barroso Osuna (2015) indicate that the combination of qualitative and quantitative research methods in measuring the same object of analysis is complementary since multiple triangulation allows us to leverage the strengths of both methods, cross data, and compare results to reach more precise conclusions.

The techniques used for data collection in this research are as follows:

- **Direct observation.** Direct and participant observation, according to the definition by Rekalde *et al.* (2013), is an interactive method of gathering information involving the observer's participation in the observed events. This allows obtaining perceptions of the studied reality that would be difficult to achieve without emotional involvement.
- **Self-administered questionnaire.** For the research work, a structured survey on a Likert scale was applied. This scale «allows achieving high levels of reliability and requires fewer items compared to others to achieve the same results» (Ospina Rave *et al.*, 2005, p. 19).
- **«Semi-structured» interview.** Under the premise that students have valuable contributions to offer, the technique of focus groups aims to foster discussion, comments, and clarification of the group's beliefs and thoughts regarding complementary independent variables of the study. This technique provides the advantage of accessing deeper information and generating data and ideas that would otherwise be difficult to obtain (Hamui-Sutton y Varela-Ruiz, 2013; Silveira Donaduzzi *et al.*, 2015).

To measure the influence of the dependent variables: the use of digital technologies and analogical resources, a pretest and posttest evaluation was conducted with the aim of measuring the progress generated by the influence of these variables in the learning process during the proposed didactic unit: «La vida sana» («Healthy Living») in the Spanish Ab Initio subject within the IB program, with two groups of 11th-grade students (see table 3).

Table 3. Distribution of interviews. Focus group

	Group	Number of students
Interview 1	Experimental	4
Interview 2	Control	5

Source: own production.

4. Results

In this section we address the results from three categories: Category 1 (Acquisition of knowledge and improvement of skills), Category 2 (Satisfaction with the resource used) and Category 3 (Beliefs and opinions).

4.1. Knowledge acquisition

Students who used the Education Perfect platform mentioned difficulties in highlighting unknown words and following the reading with their finger, which negatively affected their reading experience and comprehension.

On the other hand, the group that used analog resources faced challenges regarding class time management and access to resources, but they developed alternative strategies to understand the text, which they considered beneficial in the long run. Most students in both groups prefer writing on paper because of the comfort it provides, the ability to highlight and plan their responses better, as well as the ease of remembering information.

However, the digital technologies group highlighted the usefulness of functions such as recording and listening to their responses to improve their oral expression. Overall, both groups had a positive experience using digital technologies and printed resources to enhance their grammatical competence as they provided quick and convenient access to grammatical resources, which helped them understand the structure of grammatical concepts. Regarding the acquisition of new vocabulary, students showed a preference for using digital technologies, as they believe in its effectiveness and speed compared to paper resources.

4.2. Satisfaction

Both groups expressed satisfaction with the design and activities, suggesting that an appropriate design of educational resources can have a positive impact on students' learn-

ing and efficiency. In the digital technologies focus group, some participants expressed discomfort with not being able to upload their activities to the platform or make annotations when working with readings; however, these limitations did not affect their communication and interaction within the class group.

Furthermore, students showed a preference for using physical materials, such as textbooks or notebooks, instead of online resources, as they help them avoid distractions and provide a more structured and organized view of the content.

Regarding the received feedback, it was found that the Education Perfect platform allowed for an analysis of students' progress, control over the time dedicated to each activity, and provided more personalized feedback, enabling them to progress at their own pace. The Education Perfect platform proved to be more effective in motivating students compared to printed resources because the interactive activities contributed to creating a more joyful and stimulating environment, fostering a collaborative and enriching atmosphere.

Using the Education Perfect platform allowed for the integration of educational games and simulations to promote concentration, stimulate planning and memory, and practice language skills in a more interactive and playful manner.

4.3. Beliefs and opinions

Although the results indicate a general preference for the use of digital technologies compared to analog resources due to the wide variety of online educational resources and the ease of searching for words and relevant information, some students mention that the abundance of online resources can be overwhelming, and they prefer paper resources as they can easily find information in one place.

Additionally, the majority of respondents agree that both printed resources and digital technologies are important in their learning process and contribute to their progress. Students value the platform as organized, convenient, and efficient, while also recognizing the lasting benefits of printed resources in effectively familiarizing themselves with vocabulary and grammatical structures.

5. Discussion

The integration of digital technologies in education has emerged as a transformative force, particularly accentuated by the exigencies of the COVID-19 pandemic. This shift has underscored the potential of digital technologies to enhance learning experiences, foster student engagement, and promote individualized learning strategies (Area and Adell, 2021;

Vargas Murillo, 2020). However, despite the promising advantages, the deployment of digital technologies in educational settings has not been universally optimal (Cuevas Montero *et al.*, 2024). Many educators have yet to fully leverage the capabilities of these technologies, often resorting to traditional teaching methods rather than adopting innovative pedagogical strategies (Díaz Barriga, 2008).

The study conducted at the IB school in Singapore provides valuable insights into the comparative effectiveness of digital and traditional learning methods for teaching SFL. The results indicate that students using the Education Perfect platform faced challenges related to text interaction, such as difficulty highlighting unknown words or following the text with their finger (Durán Chinchilla *et al.*, 2021). Conversely, those using analog resources encountered issues with time management and resource access but developed beneficial alternative strategies for text comprehension. This contrast highlights a significant aspect of learning: while digital tools offer convenience and immediate access to information, traditional methods may cultivate deeper engagement and retention through physical interaction with the text.

Satisfaction levels among students using both methods revealed interesting dynamics. The design and activities of both digital and analog resources received positive feedback, suggesting that well-constructed educational materials, regardless of the medium, can effectively support learning (Salinas Ibañez, 2008). The digital platform, Education Perfect, was noted for its ability to provide personalized feedback, track progress, and integrate interactive elements such as educational games, which enhanced motivation and engagement. However, some students expressed discomfort with the limitations of digital platforms, such as the inability to upload activities or annotate readings directly on the platform (Trujillo *et al.*, 2022). This indicates a need for more flexible and user-friendly digital tools that can replicate the tactile and interactive benefits of physical materials.

The preferences of students highlighted a nuanced perspective on the use of digital technologies in education. While there was a general preference for digital tools due to their efficiency and the vast array of resources available, some students found the abundance of online resources overwhelming and favored paper-based materials for their simplicity and ease of use (Rodríguez Pérez, 2016). This dichotomy suggests that a hybrid approach, combining the strengths of both digital and traditional methods, may be the most effective strategy for fostering comprehensive learning experiences. Such an approach can cater to diverse learning styles and preferences, ensuring that all students benefit from the advantages of both modalities.

The findings emphasize the importance of integrating digital technologies with appropriate pedagogical strategies. The effective use of digital tools requires not only technological proficiency but also a thoughtful approach to instructional design that considers the unique needs and preferences of students (Ferreira, 2022). Educators must balance the immediacy and interactivity of digital resources with the structured and reflective nature of traditional methods to create a holistic learning environment. Moreover, continuous evaluation of the impact of digital technologies on learning outcomes is relevant to refining and optimizing their use in educational settings (Area Moreira, 2010).

6. Conclusions

Based on the analysis carried out, we can conclude that the balanced use of analog and digital tools in the teaching and learning process of a new language, such as Spanish, is relevant for learning. While digital tools offer advantages in terms of organization and personalized feedback, print resources challenge students to reflect more on what they are learning and express their ideas in a more elaborate way. As noted, one of the main advantages of digital tools is their ability to provide an interactive and dynamic environment. Apps and «creation tools» allow students to practice language skills through games, interactive exercises, videos, and multimedia activities. These digital resources allow for immediate feedback and personalized monitoring, making it easy to correct grammatical and pronunciation errors and allowing students to progress at their own pace. Additionally, access to online resources has expanded the possibilities for practice and exposure to the target language, as students can access authentic materials such as articles, podcasts, and videos in Spanish, helping them develop listening and reading comprehension skills.

On the other hand, based on the findings in this research, it is observed that printed resources such as textbooks, notebooks, printed materials or physical dictionaries continue to be valuable in the teaching and learning process of Spanish. These resources have provided a tangible, sensory experience, which has proven to be beneficial for some students. By interacting with the physical material, students have had the opportunity to highlight, annotate, and write exercises by hand, promoting a stronger cognitive connection with the content and facilitating memorization and retention of information. In addition, printed resources have also promoted autonomy and independence in learning. Students have been able to carry printed materials with them and use them anytime, anywhere without the need to use the Internet or other electronic devices. This has provided them with flexibility and has allowed them to practice and review Spanish autonomously, contributing to more consistent and self-directed learning.

Finally, it is necessary to note that the preference for analog or digital tools may vary depending on the individual needs and preferences of students. Some students have been able to feel more motivated and engaged with the use of digital technologies, while others have been able to find more benefits in physically interacting with printed resources. Therefore, it is confirmed that the teacher's role is fundamental to offer a variety of options and allow students to choose the tools that best suit their learning style and personal objectives, promoting greater inclusion both inside and outside the classroom.

References

- Aguilar Gavira, S. and Barroso Osuna, J. (2015). Data triangulation as education researching strategy. *Píxel Bit. Revista de Medios y Educación*, 47, 73-88.
- Area Moreira, M. (2010). The process of integration and the pedagogical use of ICT in schools. Case studies. *Revista de Educación*, 352, 77-97. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3219027>

- Area, M. and Adell, J. (2021). Digital technologies and educational change. A critical approach. *REICE The Ibero-American Journal on Quality, Efficiency and Effectiveness in Education*, 19(4), 83-96. <https://doi.org/10.15366/reice2021.19.4.005>
- Arévalo-Chávez, P., Cruz-Cárdenas, J., Guevara-Maldonado, C., Palacio-Fierro, A., Bonilla-Bedoya, S., Estrella-Bastidas, A., Guadalupe-Lanas, J., Zapata-Rodríguez, M., Jadán-Guerrero, J., Arias-Flores, H. and Ramos-Galarza, C. (2020). *Update on Scientific Research Methodology*. Indo-American Technological University.
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación*. <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
- Beltrán Poot, A. D., Guillermo y Guillermo, M.^a C., Martín Pavón, M. and Trejo Irigoyen, M.^a C. (2015). Educational technology: an area to be developed at a college in Southeast Mexico. *Innovación Educativa*, 15(69), 99-114. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-26732015000300007&script=sci_abstract
- Castro, S., Guzmán, B. and Casado, D. (2007). Las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Laurus*, 13(23), 213-234. <https://www.redalyc.org/pdf/761/76102311.pdf>
- Cuevas Montero, R., Huertas-Abril, C. A. and Álvarez Jurado, M. (2024). Formación en competencia digital docente: percepciones docentes del aprendizaje de español como lengua extranjera asistido por dispositivos móviles en el contexto pre pandémico. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 27, 91-116. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18673>
- Delgado, M., Arrieta, X. and Riveros, V. (2009). Uso de las TIC en educación, una propuesta para su optimización. *Omnia*, 15(3), 58-77. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73712297005>
- Díaz Barriga, F. (2008). Educación y nuevas tecnologías de la información y la comunicación: ¿hacia un paradigma educativo innovador? *Revista Electrónica Sinéctica*, 30, 1-15. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99819167004>
- Durán Chinchilla, C. M., García Quintero, C. L. and Rosado Gómez, A. A. (2021). The teacher and student role in the digital age. *Revista Boletín Redipe*, 10(2), 287-294. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i2.1213>
- Ferreira, A. (2022). La enseñanza del español como L2 y LE mediada por la tecnología. Una conversación con Anita Ferreira. En F. Trujillo, D. Cassany, C. Combe, A. Ferreira, C. Ollivier y E. Román-Mendoza, *Tecnología versus/para el aprendizaje de lenguas* (pp. 56-73). Difusión. https://www.researchgate.net/publication/360458427_LA_ENSEANZA_DEL_ESPANOL_COMO_LE2_Y_LE_MEDIADA_POR_LA_TECNOLOGIA
- Forni, P. and Grande, P. de. (2020). Triangulation and mixed methods in contemporary social sciences. *Revista Mexicana de Sociología*, 82(1), 159-189.
- Garau, M.^a J. (2008). Contexto y contacto en el aprendizaje de lenguas extranjeras. *Revista Electrónica d'Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa*, 1(0), 47-66. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3011451>
- Hamui-Sutton, A. and Varela-Ruiz, M. (2013). Focus groups technique. *Investigación en Educación Médica*, 2(5), 55-60. [https://doi.org/10.1016/s2007-5057\(13\)72683-8](https://doi.org/10.1016/s2007-5057(13)72683-8)
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. and Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill. <http://187.191.86.244/rceis/registro/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20SAMPIERI.pdf>

- International Baccalaureate. (2020). *What is an IB education?* <https://www.ibo.org/es/benefits-of-the-ib/the-ib-teaching-style/>
- Juan González, P. de. (2012). Use of new technologies in the teaching of foreign languages. *Revista de Lenguas para Fines Específicos*, 18, 183-212. <https://ojsspd.c.ulpgc.es/ojs/index.php/LFE/article/view/42>
- Kovač, M. and Weel, A. van der. (Eds.). (2020). *Lectura en papel vs. lectura en pantalla*. Centro Regional para el Fomento del Libro en América Latina y el Caribe/Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. https://cerlalc.org/wp-content/uploads/2020/04/Cerlalc_Publicaciones_Dosier_Pantalla_vs_Papel_042020.pdf
- Lin, T. H.-Y. (2013). *Impacts of Oral Language Proficiency, Television and Internet on Acculturation of Taiwanese College Students*. ProQuest LLC. <https://www.proquest.com/dissertations-theses/impacts-oral-language-proficiency-television/docview/1442847219/se-2>
- Martín Sánchez, M. Á. (2009). Historia de la metodología de enseñanza de lenguas extranjeras. *Tejuelo*, 5, 54-70. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2983568>
- Mena Octavio, M. (2021). Design thinking: un enfoque educativo en el aula de segundas lenguas en la era pos-COVID. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 18, 45-75. <https://doi.org/10.51302/tce.2021.569>
- Mileva, D., Garré, A. and Rodríguez, M. (2012). Foreign language. Only a tool for communication? *Invenio*, 15(28), 11-17. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4206302>
- Níkleva, D. K. and López Ogáyar, M. (2012). Digital competence and authoring systems as teaching tools in language teaching. *Tejuelo*, 13, 123-140. <https://tejuelo.unex.es/article/view/2513>
- Ospina Rave, B. E., Sandoval, J. J., Aristizábal Botero, C. A. and Ramírez Gómez, M. C. (2005). La escala de Likert en la valoración de los conocimientos y las actitudes de los profesionales de enfermería en el cuidado de la salud. Antioquia, 2003. *Investigación y Educación en Enfermería*, XXIII(1), 14-29. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105215401002>
- Pereira Pérez, Z. (2011). Mixed method designs in education research: a particular experience. *Revista Electrónica Educare*, 15(1), 15-29. <https://doi.org/10.15359/ree.15-1.2>
- Pizarro Chacón, G. and Cordero Badilla, D. (2013). ICT as a technological tool for the development of language skills in second language university students. *Revista Electrónica Educare*, 17(3), 277-292. <https://doi.org/10.15359/ree.17-3.13>
- Ramos Galarza, C. A. (2020). The scope of an investigation. *CienciAmérica*, 9(3), 1-6. <https://doi.org/10.33210/ca.v9i1.264>
- Rekalde, I., Vizcarra, M.^a T. and Macazaga, A. M.^a (2013). Observation as a research strategy for building learning context and encouraging participatory processes. *Educación XX1*, 17(1), 201-220. <https://doi.org/10.5944/educxx1.17.1.10711>
- Rodríguez Pérez, N. (2016). ¿Las TIC como mediadoras en la enseñanza-aprendizaje de lenguas extranjeras? *Opción*, 32(10), 569-588. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31048901031>
- Sagredo Santos, A. (2008). Learning a foreign language through its cultural background: «Saying and doing are different things». En R. Monroy Casas y A. Sánchez Pérez (Eds.), *25 años de lingüística en España: hitos y retos*. Editum. <https://www.um.es/lacell/aesla/contenido/pdf/3/sagredo.pdf>

- Salinas Ibáñez, J. (Coord.). (2008). *Innovación educativa y uso de las TIC*. Universidad Internacional de Andalucía. <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/42251/24198>
- Silveira Donaduzzi, D. S. da, Colomé Beck, C. L., Heck Weiller, T., Nunes da Silva Fernandes, M. and Viero, V. (2015). Focal group and content analysis in qualitative research. *Index de Enfermería*, 24(1-2), 71-75. <https://doi.org/10.4321/s1132-12962015000100016>
- Simons, M. (2010). A didactic perspective on the use of ICT in the Spanish as a foreign language class. *Marco ELE. Revista de Didáctica Español como Lengua Extranjera*, 11, 1-21. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3707965>
- Trujillo, F., Cassany, D., Combe, C., Ferreira, A., Ollivier, C. and Román-Mendoza, E. (2022). *Tecnología versus/para el aprendizaje de lenguas*. Difusión. <https://difusion.com/wp-content/uploads/2022/07/whitepaper-difusion-2022.pdf>
- Trujillo Sáez, F., Salvadores Merino, C. and Gabarrón Pérez, Á. (2019). Technology for teaching and learning foreign languages: a literature review. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1), 153-169. <https://doi.org/10.5944/ried.22.1.22257>
- Valencia-Galeano, Y. S. and Serrano-Sánchez, J. L. (2020). Learning a second language supported by digital technologies: a systematic review. *Education in the Knowledge Society*, 21, 1-13. <https://doi.org/10.14201/eks.18734>
- Vargas-Murillo, G. (2020). Educational strategies and digital technology in the teaching learning process. *Cuadernos Hospital de Clínicas*, 61(1), 114-129. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762020000100010
- Veiga de Cabo, J., Fuente Díez, E. de la and Zimmermann Verdejo, M. (2008). Models of studies in applied research: concepts and criteria for design. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 54(210), 81-88. <https://doi.org/10.4321/s0465-546x2008000100011>

ID Daniel Padrón de los Riscos. Docente de español en la Institución Internacional de San José (Singapur) desde 2020 hasta la actualidad, donde integra las tecnologías educativas para mejorar el aprendizaje de idiomas. Máster en Tecnología Educativa: E-Learning y Gestión del Conocimiento de la Universitat Rovira i Virgili (Tarragona, España). Máster en Lengua y Literatura Españolas de la Universidad de Jaén (España). Grado en Maestro en Educación Primaria (Mención en Educación Física) por la Universidad de La Laguna (España). Su enfoque educativo se centra en adaptar métodos pedagógicos innovadores que aprovechan tanto recursos digitales como tradicionales para promover el desarrollo lingüístico y cultural de los estudiantes.

ID Beatriz Lores-Gómez. Doctora en Tecnología Educativa por la Universidad CEU Cardenal Herrera (Valencia, España). Doble licenciatura en Periodismo y Publicidad y Relaciones Públicas y Máster en Formación del Profesorado. Actualmente, es docente en diversas universidades, donde imparte asignaturas de grado y de máster relacionadas con la tecnología educativa, la competencia digital y la didáctica de la lengua española. Su investigación se centra en la competencia digital, la formación docente y la didáctica. Es profesora acreditada por la ANECA (nivel profesora contratada doctora) y ha realizado diversas estancias de investigación nacionales e internacionales.

Contribución de autores. D. P. R. y B. L-G. han participado a partes iguales en la elaboración de este estudio de investigación.

Impacto, percepciones y uso de ChatGPT en la formación de estudiantes de pedagogía y educación. Un estudio diagnóstico en diez universidades de México

Hugo Molina-Montalvo (autor de contacto)

Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)
himolina@docentes.uat.edu.mx | <https://orcid.org/0000-0003-0914-7597>

Julio César Macías Villarreal

Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)
jcmacias@docentes.uat.edu.mx | <https://orcid.org/0000-0002-8636-0570>

Gerardo Haces Atondo

Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)
ghaces@docentes.uat.edu.mx | <https://orcid.org/0000-0001-9665-281X>

Extracto

La inteligencia artificial está transformando la educación y algunas herramientas, como ChatGPT, ofrecen nuevos retos y oportunidades. Este estudio aborda el impacto, las percepciones y el uso de ChatGPT entre estudiantes (hombres y mujeres) de licenciatura en áreas afines a pedagogía y educación en México. El objetivo fue analizar su interacción con ChatGPT y su impacto en el aprendizaje, así como las implicaciones éticas asociadas a esta herramienta. El enfoque fue de tipo cuantitativo con diseño transversal. Se encuestó a 403 estudiantes de 10 universidades, mediante un cuestionario que evaluó 8 dimensiones relacionadas con el aprendizaje, las prácticas éticas y la frecuencia de uso. Se detectó que los estudiantes consideraban positivo el impacto de ChatGPT en su rendimiento académico, la optimización del tiempo para realizar tareas, la resolución de problemas y sus hábitos de estudio. Sin embargo, se comprobó que menos de la mitad utilizaba ChatGPT con frecuencia y que no recibieron capacitación para utilizarlo. Asimismo, un porcentaje importante desconocía las implicaciones éticas de su uso, lo que indicaba una brecha en la alfabetización ética y tecnológica. Los usos más frecuentes fueron la consulta de información, la generación de ideas y el apoyo en la comprensión de temas complejos. Se destaca el potencial y los retos del uso de ChatGPT en la capacitación de futuros docentes (hombres y mujeres). Se concluye subrayando la necesidad de formación en el uso pedagógico y ético.

Palabras clave: ChatGPT; inteligencia artificial; estudiante universitario; pedagogía; educación; formación docente; impacto académico.

Recibido: 16-01-2025 | Aceptado: 04-03-2025 | Publicado: 06-05-2025

Cómo citar: Molina-Montalvo, H., Macías Villarreal, J. C. y Haces Atondo, G. (2025). Impacto, percepciones y uso de ChatGPT en la formación de estudiantes de pedagogía y educación. Un estudio diagnóstico en diez universidades de México. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 31, 59-89. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.24301>

Impact, perceptions, and use of ChatGPT in the training of pedagogy and education students. A diagnostic study in ten universities in Mexico

Hugo Molina-Montalvo (corresponding author)

Research professor at the Universidad Autónoma de Tamaulipas (Mexico)
himolina@docentes.uat.edu.mx | <https://orcid.org/0000-0003-0914-7597>

Julio César Macías Villarreal

Research professor at the Universidad Autónoma de Tamaulipas (Mexico)
jcmacias@docentes.uat.edu.mx | <https://orcid.org/0000-0002-8636-0570>

Gerardo Haces Atondo

Research professor at the Universidad Autónoma de Tamaulipas (Mexico)
ghaces@docentes.uat.edu.mx | <https://orcid.org/0000-0001-9665-281X>

Abstract

Artificial intelligence is transforming education, and tools like ChatGPT offer new challenges and opportunities. This study examines the impact, perceptions, and usage of ChatGPT among undergraduate students (men and women) in education-related fields in Mexico. The objective was to analyze their interaction with ChatGPT and its impact on learning, as well as the ethical implications associated with this tool. A quantitative approach with a cross-sectional design was used, surveying 403 students from ten universities through a questionnaire that assessed eight dimensions related to learning, ethical practices, and frequency of use. Students perceive a positive impact of ChatGPT on their academic performance, time optimization for completing tasks, problem-solving, and study habits. However, less than half use ChatGPT frequently, and they did not receive training on how to use it. A significant percentage is unaware of the ethical implications of its use, indicating a gap in ethical and technological literacy. The most frequent uses were information consultation, idea generation, and support in understanding complex topics. The potential and challenges of using ChatGPT in the training of future teachers (men and women) are highlighted. The study concludes by emphasizing the need for training in pedagogical and ethical use.

Keywords: ChatGPT; artificial intelligence; university students; pedagogy; education; teacher training; academic impact.

Received: 16-01-2025 | Accepted: 04-03-2025 | Published: 06-05-2025

Citation: Molina-Montalvo, H., Macías Villarreal, J. C. and Haces Atondo, G. (2025). Impact, perceptions, and use of ChatGPT in the training of pedagogy and education students. A diagnostic study in ten universities in Mexico. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 31, 59-89. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.24301>

Sumario

1. Introducción

- 1.1. La inteligencia artificial. Concepto, historia y su incidencia en la educación
- 1.2. Aplicaciones y herramientas de inteligencia artificial aplicadas en educación
- 1.3. ChatGPT: definición, surgimiento, evolución y características
- 1.4. ChatGPT: usos, impacto y desafíos en la educación superior
- 1.5. ChatGPT en educación superior: una revisión de la literatura

2. Objetivo

3. Método

- 3.1. Pruebas de validez y confiabilidad

4. Resultados

- 4.1. Validez y confiabilidad
- 4.2. Análisis descriptivo

5. Discusión

6. Conclusiones

Referencias bibliográficas

Nota: los autores del artículo declaran que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este trabajo de investigación se han realizado de conformidad con las leyes y directrices institucionales pertinentes. Asimismo, los autores del artículo han obtenido el consentimiento informado (libre y voluntario) por parte de todas las personas intervinientes en este estudio de investigación.

1. Introducción

1.1. La inteligencia artificial. Concepto, historia y su incidencia en la educación

La inteligencia artificial se puede concebir como un campo de la informática que busca crear máquinas capaces de realizar tareas que requieren de inteligencia humana. Algunos autores (Chen y Chen, 2022; Russell y Norving, 2020) la definen como el estudio de agentes inteligentes que son capaces de percibir y adaptarse a su entorno, razonar, tomar decisiones y resolver problemas, de una forma similar a como lo hacen los seres humanos. Es decir, la inteligencia artificial permite emular las capacidades cognitivas humanas, lo cual va desde la toma de decisiones hasta el aprendizaje y la resolución de problemas complejos. Por lo tanto, el término «inteligencia» se usa de manera adecuada cuando se habla de inteligencia artificial (Morandín-Ahuerma, 2022).

Su historia se inició en 1956 cuando fue acuñado el término «inteligencia artificial» por John McCarthy en una conferencia en la Universidad Dartmouth College, en los Estados Unidos de América. McCarthy y sus colaboradores definieron la inteligencia artificial como un esfuerzo por hacer que las máquinas realicen tareas de inteligencia humana, tales como resolver problemas y aprender de la experiencia (McCarthy *et al.*, 2006).

Entre los años sesenta y principios de los setenta del siglo XX, los avances de la inteligencia artificial se centraron en el desarrollo de programas basados en reglas y en la lógica simbólica (Boden, 2017) que eran capaces de ejecutar tareas demasiado específicas. Sus sistemas eran muy limitados, por lo que no podían adaptarse a situaciones fuera de los parámetros preestablecidos. En la recta final de los años setenta, se presentó un periodo sin avances significativos en el desarrollo de la inteligencia artificial. Dicha etapa fue conocida como el «invierno de la inteligencia artificial» (Niño Suarez y Gómez Joya, 2022), la cual culminó a inicios de los años ochenta, al surgir uno de los avances más importantes de la inteligencia artificial con el desarrollo del aprendizaje automático (*machine learning*) (Leyva-Vázquez y Smarandachye, 2018). Dicho aprendizaje permitió a las máquinas mejorar su desempeño a través de la experiencia. Este enfoque transformó la inteligencia artificial al hacerla más flexible y capaz de aprender patrones a partir de datos, en lugar de depender exclusivamente de reglas predefinidas. Según Russell y Norvig (2020), el aprendizaje automático «es una de las ramas más avanzadas de la inteligencia artificial, en la que los sistemas mejoran sus capacidades sin necesidad de programación explícita» (p. 85).

La primera década del siglo XXI trajo consigo la revolución de la inteligencia artificial profunda (*deep learning*)¹, un subcampo que utiliza redes neuronales artificiales para realizar tareas como el reconocimiento de voz, la traducción automática y la visión por computadora. Lo anterior fue posible gracias a los avances en algoritmos y *hardware*, como el uso de unidades de procesamiento gráfico (*graphics processing units* [GPU]) para acelerar el entrenamiento de modelos, lo que hizo posible el desarrollo de redes neuronales profundas a gran escala (LeCun *et al.*, 2015). Asimismo, el desarrollo de grandes bases de datos y la mejora de la potencia computacional permitieron que los sistemas de inteligencia artificial profunda lograran avances significativos en diversas aplicaciones, desde la medicina hasta la industria automotriz, donde ahora se emplean, por ejemplo, para el desarrollo de vehículos autónomos.

El avance más reciente y de impacto en la inteligencia artificial se dio con el desarrollo de las redes neuronales generativas. A partir de modelos como los autocodificadores variacionales (*variational autoencoders* [VAE]), propuestos por Kingma y Welling (2013), y las redes generativas antagónicas (*generative adversarial network* [GAN]), introducidas por Goodfellow *et al.* (2014), han revolucionado la capacidad de los sistemas de inteligencia artificial para generar datos sintéticos con características muy realistas. Este avance fue posible también por la gran cantidad de datos disponibles que permiten entrenar modelos cada vez más complejos (Roumeliotis y Tselikas, 2023). Más recientemente, la implementación de arquitecturas avanzadas, como el modelo de transformador desarrollado por Vaswani *et al.* (2017), ha llevado a la creación automática de texto, imágenes y otros tipos de contenido a niveles de complejidad sin precedentes. Estas innovaciones han abierto nuevas oportunidades en educación, diseño y ciencia, entre otras disciplinas.

1.2. Aplicaciones y herramientas de inteligencia artificial aplicadas en educación

Area-Moreira *et al.* (2024) proponen una clasificación y descripción de los diferentes tipos de inteligencia artificial aplicables en educación, los cuales se mencionan a continuación:

- **Sistema de tutoría inteligente.** Su principal objetivo es proporcionar apoyo, en línea, personalizado y adaptado a las necesidades de cada estudiante.
- **Analíticas del aprendizaje.** Se refiere a la utilización de la inteligencia artificial para recopilar y analizar datos de los alumnos y su entorno, así como para identificar patrones de aprendizaje.
- **Evaluación automatizada.** Se enfoca en aplicaciones para analizar y evaluar productos académicos de los estudiantes y su retroalimentación.

¹ El aprendizaje profundo permite que los modelos computacionales compuestos por múltiples capas de procesamiento aprendan representaciones de datos con múltiples niveles de abstracción.

- **Herramientas de procesamiento de texto, imágenes y audio.** Facilitan a estudiantes y docentes la creación, el análisis y la comprensión de textos complejos, así como la generación de imágenes y vídeos a partir de descripciones textuales.
- **Simulaciones y juegos educativos.** Crean experiencias de aprendizaje interactivas y atractivas.
- **Interfaces adaptativas.** Permiten adaptarse a las necesidades y habilidades de cada estudiante.
- **Chatbots educativos.** Brindan respuestas rápidas y precisas a las preguntas de los estudiantes. Para ello simulan conversaciones con profesores o tutores.
- **Herramientas de inteligencia artificial generativa basadas en el lenguaje natural.** Generan contenido de manera automática, en respuesta a indicaciones dadas. Pueden proporcionar conocimiento sobre diversos temas y ayudar en la creación de diferentes tipos de materiales educativos y actividades de aprendizaje. ChatGPT² es un ejemplo de este tipo de herramientas.

Al respecto, García-Peñalvo *et al.* (2024) clasifican los usos educativos de la inteligencia artificial generativa en la producción de texto, imágenes, vídeo, objetos 3D, audio, código fuente y detección de texto generado con inteligencia artificial.

Por tanto, podemos decir que las herramientas de inteligencia artificial han tenido un impacto profundo y transformador en la educación (Calderón Loyola y Nieto Rivas, 2024; Parra-Taboada *et al.*, 2024), ya que brindan soluciones innovadoras que enriquecen los procesos de enseñanza-aprendizaje. Dichas soluciones están diseñadas para crear contextos de aprendizaje interactivos y envolventes, lo cual puede ayudar a mejorar la comprensión y retención de la información en los estudiantes.

1.3. ChatGPT: definición, surgimiento, evolución y características

Los modelos GPT son una serie de modelos de lenguaje creados por OpenAI que han tenido un impacto significativo en el procesamiento del lenguaje natural. Estos modelos se basan en la arquitectura de aprendizaje profundo basada en Transformers, introducida por Vaswani *et al.* (2017), que revolucionó el procesamiento del lenguaje natural al permitir relaciones contextuales más amplias en los datos textuales. El entrenamiento de estos modelos se lleva a cabo utilizando un proceso llamado «aprendizaje por refuerzo con retroalimentación humana» (*reinforcement learning from human feedback* [RLHF]), lo que mejora su capacidad de interacción mediante la incorporación de evaluaciones humanas en su desarrollo (Kim, 2023).

² ChatGPT (*generative pre-trained transformer*/transformador preentrenado generativo).

El desarrollo de los modelos GPT se inició con la publicación del modelo GPT-1 en 2018, el cual demostró que se podía entrenar un modelo con grandes cantidades de datos no supervisados para utilizarlos en tareas específicas (Zaragoza Aranda *et al.*, 2024). Aunque este modelo tenía grandes limitaciones en su capacidad de generar respuestas coherentes en diálogos extendidos, sentó las bases para las mejoras de los modelos posteriores. En 2019, fue lanzado el modelo GPT-2 con una mayor capacidad para generar texto fluido y consistente. Sin embargo, se consideraba aún limitado en su comprensión del contexto más amplio y en la coherencia a largo plazo (Ko y Li, 2020). A pesar de sus limitaciones, estos dos primeros modelos marcaron un precedente importante en el desarrollo del lenguaje natural.

La versión GPT-3 surgió en 2020 y mostró avances significativos en la coherencia en interacciones largas y complejas, así como en su capacidad para realizar tareas específicas de manera mucho más eficaz que el modelo anterior (Fröhling y Zubiaga, 2021). El manejo de una cantidad mayor de idiomas permitió también traducciones de mejor calidad, siendo este otro aspecto que había que destacar en esta versión.

Con el lanzamiento del modelo GPT-3.5, a finales de 2022, se mejoró el rendimiento y eficiencia de la versión anterior en lo referente a la interacción, precisión y eficiencia, sin realizar cambios drásticos en su estructura, aunque aún mantenía limitaciones en cuanto a la comprensión del contexto (Ercilla García, 2024). A la par del surgimiento de este modelo, apareció ChatGPT, el cual rápidamente ganó atención global por su capacidad de generar texto conversacional de alta calidad y naturalidad (Goar *et al.*, 2023; Hassani y Silva, 2023; OpenAI, 2022). Este desarrollo marcó el inicio de una nueva etapa en la inteligencia artificial conversacional, ya que se facilitó el diálogo entre humano-máquina. El último modelo disponible de GPT es el 4.0, que fue lanzado en 2023 y que se convirtió en la primera versión multimodal, es decir, en una versión capaz de trabajar con texto e imágenes, lo cual amplió enormemente sus posibilidades de uso. Estas dos últimas versiones han experimentado mejoras relevantes en aspectos tales como la comprensión del contexto conversacional y en la capacidad para trabajar con instrucciones más precisas y tareas especializadas.

Es así como la evolución de los modelos GPT da cuenta de un progreso sostenido en la inteligencia artificial, permitiendo mejoras sustantivas en el procesamiento del lenguaje natural, la coherencia conversacional y la adaptabilidad contextual. Pasando por las limitaciones iniciales de los modelos GPT-1 y GPT-2 hasta las capacidades avanzadas de GPT-3, GPT-3.5 y GPT-4.0, estos han transformado la interacción humano-máquina, estableciendo estándares para aplicaciones prácticas y el avance constante en el aprendizaje profundo.

1.4. ChatGPT: usos, impacto y desafíos en la educación superior

Desde su aparición, ChatGPT ha demostrado ser una herramienta valiosa en la educación superior, ya que ofrece muchas aplicaciones para optimizar la enseñanza, el aprendizaje y la gestión educativa. Al respecto, García-Peñalvo (2024) menciona que permite personalizar

el aprendizaje de los estudiantes, mejorar la calidad de los recursos educativos y los procesos administrativos y de evaluación. A su vez, Diego *et al.* (2023) consideran que ChatGPT puede ser una herramienta útil en ámbitos como la generación de texto y contenido para redes sociales, la resolución de problemas, la creación de material para aplicaciones de productividad, el desarrollo de contenido para *chatbots*, el análisis de datos y el diseño de cursos en entornos virtuales, lo que resalta su potencial en la mejora de procesos educativos.

Por su parte, Marín Guamán (2023) señala que puede usarse como herramienta de apoyo en la comprensión de textos complejos, como ayuda para profesores y como generador de material didáctico, cuestionarios y exámenes.

Asimismo, Hassani y Silva (2023) y Galli y Kanobel (2023), además de los usos anteriores, consideran ChatGPT como una herramienta de apoyo en el campo de la investigación, ya que puede utilizarse para generar ideas, hacer resúmenes de temas específicos, redactar propuestas académicas, recoger y analizar datos, redactar informes finales y realizar revisiones sistemáticas en la literatura.

Por consiguiente, podemos considerar ChatGPT como una herramienta con potencial para optimizar los procesos académicos, personalizar la enseñanza y propiciar el aprendizaje autónomo. Su uso permite mejorar la realización de tareas, tales como la generación de contenido, la investigación y la evaluación, por lo que puede convertirse en un apoyo académico innovador, accesible y centrado en los requerimientos de docentes y estudiantes. Sin embargo, existen también algunas desventajas relacionadas con las respuestas que genera. Por ejemplo, pudieran no ser precisas o incompletas; reforzar estereotipos de género o étnicos; dar respuestas inapropiadas en situaciones en las que se necesite cierta empatía emocional (Marín Gumán, 2023); plantear cuestiones de carácter ético, dado que muchos sistemas antiplagio aún no detectan el uso de inteligencia artificial; o propiciar problemas como que los estudiantes se enfoquen más en aprender a utilizar la herramienta que en sus propios aprendizajes (Serrano *et al.*, 2024).

Por lo anterior, el escenario futuro plantea grandes desafíos, tanto para los docentes como para los estudiantes, en aras de potencializar sus beneficios y mitigar sus limitaciones. En este sentido, García Sánchez (2023) plantea los siguientes desafíos que se deben considerar en el ámbito educativo:

- Desigualdades socioeconómicas, dado que existe una versión de paga y no todos tienen la posibilidad de acceder a ella.
- Confiabilidad y precisión de las respuestas.
- Asegurar la privacidad y protección de datos del usuario.
- Tomar medidas para abordar cualquier tipo de sesgo potencial en el entrenamiento.
- Mantener el control y la supervisión humana sobre su uso.

A los desafíos anteriores, es necesario agregar el riesgo de deshumanizar el proceso educativo, ya que se podrían reducir las interacciones directas en los procesos de enseñanza-aprendizaje, la necesidad de evitar la dependencia excesiva y la existencia de un marco regulatorio claro y amplio en cuanto al uso ético de ChatGPT.

Por lo tanto, aunque ChatGPT cuenta con un gran potencial para mejorar los procesos educativos, hay que ser cuidadoso al integrarlo desde una perspectiva ética y su implementación ha de ir acompañada de un marco ético claro, de estrategias y acciones para mitigar posibles sesgos, así como de formación adecuada para docentes y estudiantes.

1.5. ChatGPT en educación superior: una revisión de la literatura

El creciente uso de ChatGPT en educación superior ha sido motivo de diversas investigaciones que indagan tanto en la percepción de los estudiantes como en el impacto en el proceso educativo. Los estudios que a continuación se presentan permiten tener una perspectiva general de cómo esta herramienta se va integrando en el ámbito educativo universitario.

En primer lugar, García Sánchez (2023) analizó la percepción de 266 estudiantes sobre el uso de ChatGPT en una universidad pública y encontró que solo una minoría de los estudiantes había utilizado la herramienta en sus actividades académicas. La mayoría mencionó que no percibieron mejoras en su capacidad para realizar labores de investigación ni en el análisis de datos y no estuvieron conformes con la precisión de las respuestas obtenidas. Por lo cual, casi la totalidad de los estudiantes manifestaron no tener dependencia en su uso y que no se adaptaba a sus necesidades y preferencias de aprendizaje. Sin embargo, la mayoría de ellos mencionó que le gustaría utilizarla en actividades académicas, lo que implicaba cierto grado de curiosidad e interés en sus beneficios, probablemente desconocidos aún.

Otro estudio sobre el uso de ChatGPT, realizado por Morales Caluña y Cervantes Díaz (2024) con 256 estudiantes universitarios, encontró que los estudiantes estaban motivados para utilizar esta herramienta en sus actividades académicas. También detectaron que muchos de los alumnos usaban ChatGPT, pero no informaban a sus profesores de ello, lo cual sugería una falta de claridad respecto a su uso ético y pedagógico.

Por su parte, Ngo (2023) indagó en 230 estudiantes universitarios la opinión sobre el uso de ChatGPT. Los beneficios identificados fueron el ahorro de tiempo, la facilidad para encontrar información de diversas áreas, la tutoría, la generación de ideas y la retroalimentación personalizadas. A su vez, los estudiantes también manifestaron su preocupación por la calidad y confiabilidad de las fuentes, las fallas para citar de manera adecuada y el uso correcto de modismos.

De igual forma, Klimova y Paiva Luz de Campos (2024), en un estudio con 90 estudiantes, encontraron que la mayoría de los estudiantes empleaban ChatGPT para fines académicos,

debido a la efectividad y facilidad para tareas de investigación, generación de ideas, comprensión de conceptos complejos y rapidez de respuesta. Como desventajas encontraron una dependencia excesiva, lo cual podría obstaculizar el pensamiento crítico y la resolución de problemas, así como el desconocimiento de las pautas éticas en su uso.

Das y Madhusudan (2024) investigaron las percepciones de 162 estudiantes universitarios sobre los usos académicos de ChatGPT y encontraron que la mayoría de ellos lo usaban con fines de investigación, sin mostrar una dependencia excesiva de la herramienta. Mencionaban como ventajas el ahorro de tiempo, la accesibilidad, el apoyo para entender ideas complejas y la resolución de problemas. En cuanto a las limitaciones, destacaron la confiabilidad de la información y el impacto negativo en el pensamiento crítico y creativo, así como preocupación por cuestiones éticas como el plagio.

Por último, Soto Ortiz y Reyes Flores (2024), en una muestra de 73 estudiantes, detectaron que la mayoría de ellos reconocían la utilidad de ChatGPT para la realización de tareas académicas, sobre todo por la accesibilidad y el ahorro de tiempo. Sin embargo, esta herramienta no les había ayudado a sentirse más seguros y competentes en el logro de sus aprendizajes. En lo que respecta al desarrollo de sus capacidades y habilidades, los autores concluían que probablemente los estudiantes no estuvieran utilizando la herramienta para ello.

En resumen, los hallazgos de estos estudios muestran que el uso de ChatGPT en la educación superior está cada vez más presente, por lo que conlleva una serie de retos y preocupaciones. Si bien los estudiantes aprecian sus ventajas, es crucial que tanto los estudiantes como los docentes reflexionen sobre el uso ético y pedagógico de esta herramienta para asegurar que su integración en el aula no reemplace el proceso de aprendizaje activo y autónomo.

En este sentido, la utilización de ChatGPT en la formación de los futuros docentes plantea interrogantes esenciales sobre su impacto en el aprendizaje, las pautas éticas y las prácticas pedagógicas. Por ello, el estudio se enfocó en estudiantes de licenciaturas relacionadas con pedagogía y educación en México, reconociendo la importancia de sus procesos de formación para garantizar un uso ético y efectivo de la herramienta en sus futuros entornos educativos.

2. Objetivo

El objetivo general (OG) de este estudio de investigación fue el siguiente:

OG. Analizar cómo los estudiantes de pedagogía y educación interactúan con ChatGPT, explorando sus percepciones y el impacto de su uso en los procesos de aprendizaje.

3. Método

El estudio tuvo un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental de tipo transversal descriptivo, el cual tiene como característica principal indagar la incidencia de una o más variables en una población determinada (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

Para la selección de los participantes se optó por una muestra no probabilística, también conocida como «muestra dirigida», compuesta por estudiantes inscritos en programas de licenciatura relacionados con pedagogía y educación en universidades de México. La elección de estudiantes de pedagogía y educación como población de estudio se debió al papel que desempeñarán como parte de la transformación educativa. Estos futuros docentes se enfrentarán a desafíos y oportunidades producto de la integración de herramientas de inteligencia artificial, como ChatGPT, en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Por lo tanto, comprender cómo es su interacción con la herramienta puede ser fundamental tanto para el diseño de estrategias efectivas como para promover un uso responsable y ético.

El cuestionario se diseñó mediante Google Forms y se envió por correo electrónico y WhatsApp a docentes de 15 universidades del país durante los meses de octubre y noviembre de 2024 para que fuera distribuido entre sus estudiantes. La muestra final fue de 403 participantes de 10 universidades.

La versión final del cuestionario estuvo compuesta por 36 ítems, divididos en una sección de datos generales (con 6 ítems) y en las siguientes dimensiones:

1. **Impacto en el aprendizaje.** Los aspectos favorecidos (o no) al emplear ChatGPT (8 ítems).
2. **Ética y confiabilidad.** Usos éticos y confianza en la veracidad de sus respuestas (5 ítems).
3. **Usos académicos.** Nivel de conocimientos y frecuencia de uso (4 ítems).
4. **Desarrollo de habilidades.** Impacto en las habilidades de tipo académicas (4 ítems).
5. **Capacitación y dependencia.** Capacitación recibida y grado de dependencia (4 ítems).
6. **Usos no académicos.** Nivel de conocimientos y frecuencia de uso (2 ítems).
7. **Nivel de conocimiento.** Conocimientos sobre el significado de «inteligencia artificial» y «ChatGPT» (2 ítems).
8. **Propósitos de uso.** Actividades o tareas específicas (1 ítems).

Cabe señalar que las dimensiones 1 a 7 tuvieron 4 opciones de respuesta de escala tipo Likert, mientras que la dimensión 8 fue de respuesta múltiple, con 11 opciones de respuesta.

3.1. Pruebas de validez y confiabilidad

Para la validez de contenido, la cual, según Mendoza y Garza (2009), se relaciona con la adecuada selección de ítems, se recurrió al método de juicio de expertos. Para ello, se contó con la opinión de tres investigadores que cumplieron con los siguientes criterios:

- Experiencia de más de ocho años en líneas de investigación afines a las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento.
- Contar con el grado de doctor.
- Formar parte del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores.

Lo anterior permitió realizar adecuaciones a 15 ítems, reducir la cantidad de 52 a 45 y definir las 8 dimensiones del instrumento. Posteriormente, se aplicó un pilotaje del instrumento –lo cual permitió detectar y corregir posibles errores en la recolección de datos (Hickman *et al.*, 2017)– a un grupo de 70 alumnos de educación superior de una licenciatura distinta a la población objeto de estudio. Los resultados del pilotaje permitieron obtener una versión corregida de 39 ítems y mantener las mismas 8 dimensiones iniciales.

Para la validez del constructo, primero se efectuaron las pruebas estadísticas de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y de esfericidad de Bartlett (EB) para determinar si los datos obtenidos eran adecuados para un análisis factorial (excluyendo la pregunta de respuesta múltiple). Para ello se tuvieron en cuenta los planteamientos de Shrestha (2021) y Fernández-Altuna *et al.* (2017), que consideraron como valores adecuados los que fluctuaban de 0,8 a 1, para el caso del KMO, y los menores a 0,05, para el caso de la EB. Posteriormente, se realizó un análisis factorial exploratorio (AFE), que permitió identificar la estructura interna del instrumento y garantizar que midiera lo que pretendía medir. Se utilizó el método de extracción de componentes principales para agrupar las variables en componentes o factores y determinar los ítems que conformaban cada uno de ellos. Además, se recurrió al método de rotación ortogonal varimax para maximizar la suma de las varianzas de las cargas factoriales (Field, 2013; Pizarro Romero y Martínez Mora, 2020) y obtener, así, una mayor claridad en la estructura factorial.

Los resultados del AFE permitieron, también, eliminar los ítems que no contribuyeron a la estructura factorial (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018), ya fuera por cargas factoriales bajas en todos los factores o bien por cargas factoriales altas en varios de ellos. Para determinar los valores considerados como bajos, se tomaron en cuenta los planteamientos de diversos autores (Bandalos y Finney, 2019; Mavrou, 2015; Morales Vallejo, 2012; Vergara-Lope Tristán y Blancas Lumbreras, 2021) que mencionaron cargas de 0,400 como las mínimas aceptables, puesto que validaban la correlación entre preguntas.

Para la medición de la confiabilidad, se utilizó el coeficiente alfa de Cronbach, el cual mide la consistencia interna de un instrumento. En este sentido, y dado que el instrumento contiene ítems con diferente escala de respuesta, se recurrió al alfa de Cronbach basado en elementos tipificados, debido a que es el recomendado en estos casos (Frías-Navarro,

2022). Para el presente estudio se consideraron valores superiores al 0,70 como válidos, ya que revelaban una fuerte relación entre ítems (Oviedo Acevedo y Campo-Arias, 2005; Toro *et al.*, 2022; Tuapanta Dacto *et al.*, 2017). Los análisis estadísticos se realizaron con el *software* IBM SPSS Statistics (versión 27).

4. Resultados

4.1. Validez y confiabilidad

En la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) se obtuvo un valor de 0,866, lo cual indicaba que existía una correlación aceptable entre los datos para el análisis factorial, en tanto que la prueba de esfericidad de Bartlett (EB) arrojó un valor de 0,000. El valor de chi-cuadrado aproximado fue de 3.469,504, con lo que se confirmaba que no era una matriz de identidad, por lo que fue factible realizar el AFE.

En el AFE se obtuvieron valores altos en todas las comunalidades, los cuales oscilaron entre 0,443 y 0,793 (solo 4 se ubicaron por debajo de 0,500), de tal forma que la obtención de los siete componentes identificados, con autovalores superiores a 1, explican el 63,30 % de la varianza total (véase cuadro 1), lo que se considera satisfactorio en estudios de ciencias sociales (Bolaños-Logroño *et al.*, 2024; Hair *et al.*, 2010).

Cuadro 1. Varianza total

Comp.	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	Varianza (%)	Acum. (%)	Total	Varianza (%)	Acum. (%)	Total	Varianza (%)	Acum. (%)
1	8,155	28,119	28,119	8,155	28,119	28,119	4,623	15,943	15,943
2	3,097	10,678	38,797	3,097	10,678	38,797	2,842	9,800	25,743
3	2,029	6,997	45,794	2,029	6,997	45,794	2,823	9,735	35,478
4	1,621	5,589	51,383	1,621	5,589	51,383	2,585	8,915	44,393
5	1,292	4,455	55,838	1,292	4,455	55,838	2,089	7,203	51,596
6	1,112	3,834	59,672	1,112	3,834	59,672	1,706	5,884	57,480
7	1,052	3,629	63,300	1,052	3,629	63,300	1,688	5,821	63,300

Nota. Comp. (componente) y Acum. (acumulado).

Fuente: elaboración propia con resultados de SPSS.

Es preciso señalar que se aplicó un instrumento de 39 ítems, pero, después de realizar un primer AFE, se eliminaron 3, ya que presentaban cargas superiores a 0,400 en más de un componente. Dichos ítems fueron:

- **Ítem 18.** «Mi creatividad al usar ChatGPT ha sido...».
- **Ítem 33.** «En ocasiones he incluido en mis trabajos solo información de ChatGPT».
- **Ítem 38.** «Me gustaría recibir algún tipo de capacitación».

Con lo anterior, se mejoró la coherencia interna de los factores y se pasó de 61,72 % a 63,30 % en la explicación de la varianza total. Asimismo, todos los ítems restantes presentaron cargas factoriales superiores a 0,400, quedando distribuidos tal y como se puede ver en el cuadro 2.

Cuadro 2. **Carga factorial**

Ítem	Carga factorial	Componente
Pensamiento crítico y analítico.	0,545	Impacto en el aprendizaje
Mi rendimiento académico.	0,732	
Mi capacidad para resolver problemas.	0,838	
Mis habilidades de investigación.	0,742	
Mi autonomía en el logro de los aprendizajes.	0,792	
La preparación para mis exámenes.	0,641	
La disminución del tiempo que ocupo para la realización de actividades o tareas académicas.	0,543	
Mis hábitos de estudio.	0,704	Ética y confiabilidad
Verifico la información que obtengo antes de incluirla en mis trabajos.	0,786	
Utilizo ChatGPT solo como apoyo.	0,768	
Conozco las implicaciones éticas.	0,497	
Utilizo ChatGPT de forma ética y honesta.	0,815	
Logro aprendizajes significativos al utilizar ChatGPT como apoyo.	0,580	



Ítem	Carga factorial	Componente
¿Utilizo con frecuencia ChatGPT?	0,738	Usos académicos
Utilizo con frecuencia ChatGPT para realizar actividades académicas.	0,796	
Considero que mi nivel de conocimientos en el uso de ChatGPT para realizar actividades académicas es...	0,662	
La información que obtengo es relevante para mis tareas.	0,446	
Comprensión de los temas.	0,619	Desarrollo de habilidades
Desarrollo de habilidades en el uso de las tecnologías.	0,550	
Búsqueda de información.	0,762	
Análisis de la información.	0,720	
Considero que dependo de ChatGPT para mis actividades académicas.	0,643	Capacitación y dependencia
Platico con mis compañeros sobre la veracidad de las respuestas.	0,457	
He tenido algún tipo de capacitación en su uso.	0,694	
Considero que aprendo menos cuando uso ChatGPT para mis trabajos académicos.	0,677	
Utilizo con frecuencia ChatGPT para actividades «no» académicas.	0,727	Usos no académicos
Considero que mi nivel de conocimientos en el uso de ChatGPT para actividades «no» académicas es...	0,610	
¿Conozco lo que significa el término «inteligencia artificial»?	0,862	Nivel de conocimiento
¿Conozco lo que es ChatGPT?	0,791	

Fuente: elaboración propia con resultados de SPSS.

En lo que respecta a la confiabilidad, el resultado del estadístico alfa de Cronbach basado en elementos tipificados de todo el instrumento fue de 0,923, por lo que su consistencia interna se consideró fuerte. De igual forma, el valor del alfa de Cronbach en cada una de las dimensiones tuvo valores superiores al mínimo aceptado (0,700) en ciencias sociales (véase cuadro 3).

Cuadro 3. Alfa de Cronbach por dimensión

Dimensión	Resultados
1. Impacto en el aprendizaje.	0,895
2. Ética y confiabilidad.	0,780
3. Uso en actividades académicas.	0,809
4. Desarrollo de habilidades.	0,783
5. Capacitación y dependencia.	0,719
6. Uso en actividades no académicas.	Se aplicó otro estadístico.
7. Nivel de conocimiento.	Se aplicó otro estadístico.
8. Propósitos de uso.	0,743

Fuente: elaboración propia con resultados de SPSS.

Por otro lado, dado que el número mínimo recomendado de ítems para medir la consistencia interna con el alfa de Cronbach era de 3 (Oviedo Acevedo y Campo Arias, 2005) y las dimensiones 6 y 7 estaban conformadas por dos ítems, se recurrió a otra prueba estadística: el coeficiente de correlación ítem-total para evaluar dicha consistencia. Este coeficiente mide la correlación de cada ítem con la suma de los demás ítems cuando los valores son mayores a 0,35 y en la significación bilateral menor a 0,05 se considera que las correlaciones son estadísticamente significativas (Pazmay Ramos, 2020).

Los resultados obtenidos en ambas dimensiones mostraron valores superiores a 0,800 y valores de la significación bilateral de 0,000, por lo tanto, sugieren altas correlaciones (véase cuadro 4).

Cuadro 4. Coeficiente de correlación ítem total

Dimensión 6. Uso en actividades no académicas	Resultados
Utilizo con frecuencia ChatGPT para actividades «no» académicas	0,890
Sig. (bilateral)	0,000
Considero que mi nivel de conocimientos en el uso de ChatGPT para realizar actividades «no» académicas es...	0,839
Sig. (bilateral)	0,000
Dimensión 7. Nivel de conocimiento	Resultados
¿Conozco lo que significa el término «inteligencia artificial»?	0,866
Sig. (bilateral)	0,000
¿Conozco lo que es ChatGPT?	0,895
Sig. (bilateral)	0,000

Fuente: elaboración propia con resultados de SPSS.

Los resultados obtenidos en las pruebas de validez y confiabilidad confirmaron la solidez y consistencia interna del instrumento. A continuación, se presenta el análisis de los datos recopilados con el cuestionario.

4.2. Análisis descriptivo

El estudio se realizó en 10 instituciones de educación superior de México que ofertan licenciaturas relacionadas con áreas de pedagogía y educación. Al respecto, la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y la Universidad Panamericana Campus Guadalajara fueron las instituciones de educación superior con mayor número de participantes (81), seguidas de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (50), la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (35) y la Universidad Autónoma de Yucatán (33).

El resto de las instituciones de educación superior tuvieron participación en un rango de 23 a 28 participantes (véase cuadro 5).

Cuadro 5. Instituciones participantes

Institución	Frecuencia	Porcentaje
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca	23	5,70 %
Universidad Autónoma de Coahuila	25	6,20 %
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	35	8,70 %
Universidad Autónoma de Nayarit	21	5,20 %
Universidad Autónoma de Nuevo León	26	6,50 %
Universidad Autónoma de Tamaulipas	50	12,40 %
Universidad Autónoma de Yucatán	33	8,20 %
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	81	20,10 %
Universidad Panamericana Campus Guadalajara	81	20,10 %
Universidad Veracruzana	28	6,90 %
Total	403	100 %

Fuente: elaboración propia con resultados de SPSS.

En cuanto al sexo de los participantes, predominaron las respuestas de mujeres, con un 79,90 %, lo que es acorde a la relación 75/25 que menciona la Secretaría de Educación Pública sobre la población matriculada en licenciaturas de educación a nivel nacional (Calderón, 2023). Sobre el rango de edad, un 62,90 % se encontraba entre los 17 y 20 años, seguido del 33 % en el rango de 21-24 años. Asimismo, la licenciatura con mayor representación fue la de Ciencias de la Educación, con un 58,30 %, en tanto que Educación, Psicopedagogía y Pedagogía tuvieron una representación similar con porcentajes alrededor del 14 %. Por último, el 96,30 % reportaron contar con un promedio actual superior al 8 (véase cuadro 6).

Cuadro 6. Datos generales

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Hombre	81	20,10 %
Mujer	322	79,90 %





Rango de edad	Frecuencia	Porcentaje
17-20 años	253	62,80 %
21-24 años	133	33 %
25 o más años	17	4,20 %
Nombre de la licenciatura	Frecuencia	Porcentaje
Ciencias de la Educación	235	58,30 %
Educación	59	14,60 %
Psicopedagogía	53	13,20 %
Pedagogía	56	13,90 %
Promedio actual	Frecuencia	Porcentaje
Menos de 6	4	1 %
De 6 a 7,9	11	2,70 %
De 8 a 8,9	170	42,20 %
De 9 a 10	218	54,10 %

Fuente: elaboración propia con resultados de SPSS.

Los datos anteriores nos permiten tener una visión general de los estudiantes que participaron en el estudio. Teniendo esto como punto de partida, a continuación, se analizan los ítems de cada una de las dimensiones restantes, considerando únicamente los datos válidos.

En la dimensión «Impacto en el aprendizaje», todos los ítems mostraron una tendencia hacia respuestas de «bueno» y «excelente». Los ítems con mayor porcentaje de respuestas positivas fueron el relativo al «rendimiento académico» de los estudiantes al usar la herramienta y el concerniente a la opinión sobre la «disminución del tiempo para realizar actividades académicas» (ambos con 91,10 %). En cuanto al ítem con mayor porcentaje de respuestas negativas («malo» o «deficiente») destacó la preparación para los exámenes al usar ChatGPT (18,30 %) (véase cuadro 7). Lo anterior muestra que la mayoría de los estudiantes de educación y pedagogía han tenido experiencias positivas en cuanto al impacto de la herramienta en aspectos relacionados con su aprendizaje.

Cuadro 7. Dimensión 1. «Impacto en el aprendizaje»

Ítem	Excelente/ Bueno	Malo/ Deficiente
Pensamiento crítico y analítico.	82,40 %	17,60 %
Mi rendimiento académico.	91,10 %	8,80 %
Mi capacidad para resolver problemas.	89,50 %	10,50 %
Mis habilidades de investigación.	85,60 %	14,50 %
Mi autonomía en el logro de los aprendizajes.	87,10 %	12,90 %
La preparación para mis exámenes.	81,70 %	18,30 %
La disminución del tiempo que ocupo para la realización de actividades o tareas académicas.	91,10 %	8,90 %
Mis hábitos de estudio.	87,30 %	12,70 %

Fuente: elaboración propia con resultados de SPSS.

La dimensión «Ética y confiabilidad» mostró, en la mayoría de los ítems, porcentajes altos en las respuestas «muy de acuerdo» y «de acuerdo», destacando el ítem sobre la «utilización de ChatGPT solo como apoyo», con 93,20 %. El ítem con menor porcentaje de respuestas positivas fue «conozco las implicaciones éticas», ya que el 24,90 % dijo no conocerlas, lo cual resulta preocupante debido a que un porcentaje considerable no son conscientes de las responsabilidades y riesgos relacionados con su uso (véase cuadro 8).

Cuadro 8. Dimensión 2. «Ética y confiabilidad»

Ítem	Muy de acuerdo/ De acuerdo	En desacuerdo/ Muy en desacuerdo
Verifico la información antes de incluirla en mis trabajos.	88,30 %	11,70 %
Utilizo el ChatGPT solo como apoyo.	93,20 %	6,80 %
Conozco las implicaciones éticas.	75,10 %	24,90 %
Utilizo ChatGPT de forma ética y honesta.	89,30 %	10,70 %
Logro aprendizajes significativos al utilizar ChatGPT como apoyo.	82,90 %	17,10 %

Fuente: elaboración propia con resultados de SPSS.

En la dimensión sobre el «Uso en actividades académicas» de ChatGPT, un porcentaje bajo afirmó estar «muy de acuerdo» o «de acuerdo» en «usarlo con frecuencia» para dicha actividad (43,10 %). De igual forma, un 45,10 % consideró que su «nivel de conocimiento en el uso de la herramienta» era «excelente» o «bueno» (véase cuadro 9). Lo anterior sugiere que la herramienta aún no ha sido del todo integrada en las prácticas educativas de los participantes, probablemente por el desconocimiento de su utilidad.

Cuadro 9. Dimensión 3. «Uso en actividades académicas»

Ítem	Muy de acuerdo/ De acuerdo	En desacuerdo/ Muy en desacuerdo
¿Utilizo con frecuencia ChatGPT?	56,90 %	43,10 %
Utilizo con frecuencia ChatGPT para actividades académicas.	43,10 %	56,90 %
La información que obtengo es relevante para mis tareas.	65 %	35 %
Ítem	Excelente/ Bueno	Malo/ Deficiente
Considero que mi nivel de conocimientos en el uso de ChatGPT para realizar actividades académicas es...	45,10 %	54,90 %

Fuente: elaboración propia con resultados de SPSS.

En cuanto a la dimensión relacionada con el «Desarrollo de habilidades» al usar ChatGPT, casi la totalidad de los participantes que había usado la herramienta consideraron que la comprensión de los temas, la búsqueda y el análisis de información, así como sus habilidades en el uso de las tecnologías, habían sido «excelentes» o «buenas» (véase cuadro 10).

Cuadro 10. Dimensión 4. «Desarrollo de habilidades»

Ítem	Excelente/ Bueno	Malo/ Deficiente
Comprensión de los temas.	96,50 %	3,50 %
Desarrollo de habilidades en el uso de las tecnologías.	94,30 %	5,70 %
Búsqueda de información.	90,50 %	9,50 %
Análisis de la información.	91 %	9 %

Fuente: elaboración propia con resultados de SPSS.

En la dimensión «Capacitación y dependencia», un 76 % de los estudiantes manifestó estar «en desacuerdo» o «muy en desacuerdo» en su «dependencia a la hora de usar ChatGPT» para realizar sus actividades académicas. Por su parte, un 68,90 % dijo «no haber recibido algún tipo de capacitación para su uso». Lo anterior tiene relación con lo detectado en la dimensión sobre el uso en actividades académicas, ya que muchos participantes no utilizaban ChatGPT con frecuencia. En cambio, el porcentaje más alto, de respuestas «muy de acuerdo» y «de acuerdo», lo obtuvo el ítem que indagaba sobre «platicar con sus compañeros sobre la veracidad de las respuestas» que se obtenían con ChatGPT (véase cuadro 11).

Cuadro 11. Dimensión 5. «Capacitación y dependencia»

Ítem	Muy de acuerdo/ De acuerdo	En desacuerdo/ Muy en desacuerdo
Dependo del ChatGPT para mis actividades académicas.	24 %	76 %
Platico con mis compañeros sobre la veracidad de las respuestas.	64,60 %	35,40 %
He tenido algún tipo de capacitación en su uso.	31,10 %	68,90 %
Considero que aprendo menos cuando uso ChatGPT.	51,80 %	48,20 %

Fuente: elaboración propia con resultados de SPSS.

En la dimensión sobre el «Uso en actividades no académicas», los resultados no variaron con respecto al uso que manifestaron en actividades de tipo académicas, ya que solo un 56,30 % dijo estar «muy de acuerdo» o «de acuerdo» en «utilizarlo en actividades no académicas» y un 49,10 % que su nivel de conocimiento era «excelente» o «bueno» (véase cuadro 12). Es decir, la herramienta tampoco ha sido del todo integrada en actividades no relacionadas con la academia ni los estudiantes se perciben a sí mismos con conocimientos adecuados para dicho uso.

Cuadro 12. Dimensión 6. «Uso en actividades no académicas»

Ítem	Muy de acuerdo/ De acuerdo	En desacuerdo/ Muy en desacuerdo
Utilizo con frecuencia ChatGPT para actividades «no» académicas	56,30 %	43,70 %





Ítem	Excelente/ Bueno	Malo/ Deficiente
Mi nivel de conocimientos en el uso de ChatGPT para realizar actividades «no» académicas es...	49,10 %	50,90 %

Fuente: elaboración propia con resultados de SPSS.

Con relación al «Nivel de conocimiento» de los conceptos de «inteligencia artificial» y «ChatGPT», un porcentaje alto de estudiantes dijeron estar «muy de acuerdo» o «de acuerdo» en conocer el significado de ambos (véase cuadro 13). Es decir, los estudiantes están informados sobre su significado, pero no así sobre el uso de la herramienta, según lo recabado en ítems anteriores.

Cuadro 13. Dimensión 7. «Nivel de conocimiento»

Ítem	Muy de acuerdo/ De acuerdo	En desacuerdo/ Muy en desacuerdo
¿Conozco lo que significa el término «inteligencia artificial»?	98 %	2 %
¿Conozco lo que es «ChatGPT»?	95,50 %	4,50 %

Fuente: elaboración propia con resultados de SPSS.

Por último, el «Propósito de uso» más recurrente que le dieron al ChatGPT fue para «investigar y consultar información» (64,70 %), para utilizarlo de «ayuda en la explicación de temas que no habían comprendido» (52,90 %) y para la «generación de ideas a la hora de realizar trabajos y proyectos» (48,20 %) (véase cuadro 14).

Cuadro 14. Dimensión 8. «Propósitos de uso»

Uso	Porcentaje
Investigación y consulta de información.	64,70 %
Ayuda en la explicación de temas que no comprendo.	52,90 %
Generación de ideas para proyectos o trabajos.	48,20 %



Uso	Porcentaje
Obtención de resúmenes de temas complejos.	33,20 %
Revisión de estilo y claridad de redacción.	31,60 %
Ayuda en la resolución de problemas o ejercicios.	20,50 %
Redacción de trabajos.	19,50 %
Ayuda en crear materiales de estudio para mis exámenes.	18,40 %
Ayuda para estructurar proyectos finales.	17,40 %
Elaboración de diapositivas o presentaciones.	14,20 %
Aprendizaje de otros idiomas.	12,90 %

Fuente: elaboración propia con resultados de SPSS.

5. Discusión

El presente estudio analizó cómo los estudiantes de pedagogía y educación interactúan con ChatGPT, explorando sus percepciones, así como el impacto de su uso en los procesos de aprendizaje.

Los estudiantes perciben que ChatGPT tiene un impacto positivo en sus procesos de aprendizaje, sobre todo en aspectos como el rendimiento académico, la disminución del tiempo para realizar tareas y el fortalecimiento de habilidades como la resolución de problemas y los hábitos de estudio. Esto respalda hallazgos previos (Das y Madhusudan, 2024; Ngo, 2023; Soto Ortiz y Reyes Flores, 2024) que identifican la disminución del tiempo y el apoyo a la resolución de problemas como principales beneficios. Teóricamente, estos hallazgos coinciden con los enfoques constructivistas del aprendizaje, donde las tecnologías actúan como medio para que los estudiantes construyan su conocimiento de forma más eficiente, por lo que el ChatGPT pudiera ser incorporado como una herramienta complementaria que apoye a los estudiantes en la organización de su tiempo y en la comprensión de conceptos complejos. Por el contrario, estos hallazgos son distintos a los reportados por García Sánchez (2023), quien no encontró impacto significativo en el aprendizaje.

Otro hallazgo relevante tiene que ver con las cuestiones éticas en el uso del ChatGPT, ya que un porcentaje significativo de estudiantes dijo no conocer sus implicaciones, lo cual coincide con los estudios de Das y Madhusudan (2024), Klimova y Paiva Luz de Campos

(2024) y Morales Caluña y Cervantes Díaz (2024), quienes ven las pautas éticas como una de las principales problemáticas a atender y uno de sus retos más significativos.

Lo anterior pone de manifiesto la necesidad de incorporar temáticas de ética tecnológica en los programas educativos, o bien ofrecer capacitación adecuada a los estudiantes mediante programas específicos que incluyan cursos y talleres enfocados al uso ético y responsable de la inteligencia artificial, ya que, a pesar de desconocer las normas éticas de uso, un porcentaje considerable aseguró utilizar ChatGPT de forma ética y honesta, por lo que surgen interrogantes sobre la comprensión real de los principios éticos y su aplicación en el contexto académico.

De igual forma, la baja frecuencia de uso en actividades, ya sean académicas o no académicas, y no contar con los conocimientos adecuados para el uso del ChatGPT fueron otros hallazgos significativos. Lo anterior, probablemente, se deba a que un gran número de estudiantes dijeron no haber recibido una capacitación adecuada sobre su uso y utilidad, por lo tanto, tal vez desconocen los beneficios de su utilización. Algunos autores como Pérez y Robador Papich (2023) también mencionan la falta de formación o familiaridad con las aplicaciones pedagógicas de ChatGPT como principales factores. Asimismo, en relación con la poca dependencia de uso manifestada por los estudiantes, esto puede deberse a la baja frecuencia de uso, tal como se ha determinado en otros estudios (García Sánchez, 2023).

Entre los usos más frecuentes, los estudiantes destacaron la investigación y consulta de información, el apoyo para la comprensión de temas y la generación de ideas para proyectos, lo cual concuerda con estudios previos (Das y Madhusudan, 2024; Klimova y Paiva Luz de Campos, 2024; Ngo, 2023). Asimismo, la diversidad de usos menos frecuentes mencionados por los estudiantes, tales como la obtención de resúmenes de temas complejos, la revisión de estilo y redacción, la creación de materiales de estudio y la ayuda en la resolución de problemas o ejercicios, podría indicar una adopción progresiva de la herramienta, donde los estudiantes, a medida que se familiarizan con su uso, descubren nuevas aplicaciones más allá de las básicas. En este sentido, este hallazgo respalda la idea de que estas tecnologías son herramientas que evolucionan y se adaptan a las necesidades cambiantes de los usuarios (Otero Agreda, 2024). Al mismo tiempo, plantea una serie de interrogantes sobre cómo los docentes pueden integrar ChatGPT de forma efectiva en el aula.

6. Conclusiones

En este estudio se exploró la interacción de estudiantes de pedagogía y educación con la herramienta ChatGPT, revelando tanto el potencial como los retos asociados a su uso en el ámbito educativo. Los resultados confirman una percepción generalizada de impacto positivo en el aprendizaje, sobre todo en aspectos relacionados con el rendimiento académico, la gestión del tiempo y el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas.

Asimismo, se destaca que ChatGPT no se percibe únicamente como una herramienta de búsqueda rápida de información, sino que algunos estudiantes exploran su uso en tareas más complejas como la revisión de la calidad de la escritura, la generación de ideas para proyectos y la creación de materiales de estudio personalizados, lo cual sugiere una adopción progresiva de esta herramienta.

Sin embargo, el estudio también identificó desafíos significativos para la integración efectiva y responsable de ChatGPT en las actividades académicas, siendo el más preocupante el desconocimiento de sus implicaciones éticas. Esto resalta la necesidad de una alfabetización ética y tecnológica en la formación de los futuros docentes. Para ello, las universidades deben implementar estrategias de formación tecnológica que incluyan cursos y talleres de capacitación, con énfasis en el uso pedagógico y ético de la herramienta.

A partir de estos hallazgos, surgen una serie de interrogantes que invitan a la reflexión e investigación en este campo. En primer lugar, es esencial comprender cómo pueden los docentes integrar ChatGPT de manera efectiva en el aula para fomentar el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y el aprendizaje autónomo. En segundo lugar, saber cuáles son las estrategias de formación más eficaces para promover la alfabetización ética y tecnológica en los futuros docentes. Por último, es fundamental analizar cómo garantizar que el uso de ChatGPT sea equitativo y accesible para todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades digitales o de su nivel socioeconómico.

Estos interrogantes son importantes para futuras investigaciones que busquen profundizar en el impacto de ChatGPT en la educación. En este sentido, sería interesante realizar estudios comparativos entre estudiantes de diferentes áreas de formación para identificar similitudes y diferencias en cuanto al uso del ChatGPT. Asimismo, sería valioso realizar estudios longitudinales que analicen cambios en las percepciones y usos, sobre todo pedagógicos y éticos, después de haber recibido una alfabetización ética y tecnológica adecuada.

En cuanto a las limitaciones del estudio, podemos mencionar el porcentaje de valores perdidos (oscilaron entre el 15 % y el 18 %), lo cual podría estar relacionado con la falta de interés en el tema o el poco uso de la herramienta. Otra de las limitantes fue en cuanto al tipo de muestra, ya que, al ser de tipo no probabilística, los resultados pudieran no ser generalizables a poblaciones más amplias.

Referencias bibliográficas

Area-Moreira, M., Petre, A. del, Sanabria-Mesa, A. y Sannicolás-Santos, B. (2024). No todas las herramientas de IA son iguales. Análisis de aplicaciones inteligentes para la enseñanza universitaria. *Digital Education Review*, 45, 141-149. <https://doi.org/10.1344/der.2024.45.141-149>

- Bandalos, D. y Finney, S. (2019). Factor analysis: exploratory and confirmatory. En L. Hancock, M. Stapleton y R. Mueller (Eds.), *Reviewer's Guide to Quantitative Methods in the Social Sciences* (2.ª ed.). Routledge.
- Bolaños-Logroño, P. F., Vargas-Guambo, V. M., Orozco-Valencia, E. G. y Naranjo-Vaca, M. J. (2024). Análisis factorial para la valoración de la actitud emprendedora en estudiantes de educación superior. *Revista de Ciencias Sociales*, 30(1), 361-380. <https://doi.org/10.31876/rcs.v30i1.41661>
- Boden, M. (2017). *Inteligencia artificial*. Turner Noema Editores.
- Calderón, M. (2023). Información estadística sobre equidad de género en educación superior en México. *Evento Final FORCYT-OEI. Indicadores y Evaluación de Políticas Científicas*, Costa Rica, 3-4 de mayo de 2023. https://www.redindices.org/attachments/article/189/Informaci%C3%B3n%20estad%C3%ADstica%20sobre%20equidad%20de%20g%C3%A9nero%20en%20educaci%C3%B3n%20superior%20en%20M%C3%A9xico_28-abr-23.pdf
- Calderón Loyola, A. y Nieto Rivas, E. (2024). Implicaciones de la inteligencia artificial en la educación: revisión sistemática. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 8(35), 2.304-2.315. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v8i35.870>
- Chen, R. H. y Chen, C. (2022). *Artificial Intelligence: An Introduction for the Inquisitive Reader* (1.ª ed.). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781003214892>
- Das, S. R. y Madhusudan, J. (2024). Perceptions of higher education students towards ChatGPT usage. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 7(1), 86-106. <https://doi.org/10.46328/ijte.583>
- Diego Olite, F. M., Morales Suárez, I. R. y Vidal Ledo, M.ª J. (2023). ChatGPT: origen, evolución, retos e impactos en la educación. *Educación Médica Superior*, 37(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412023000200016&script=sci_arttext
- Ercilla García, J. (2024). Inteligencia artificial y revisión fáctica en la jurisdicción social: integrando GPT-4 en la resolución de los recursos de suplicación. *APM 3.9*. <https://apm3-9.studi-web.com/inteligencia.pdf>
- Fernández-Altuna, M.ª Á., López-Ortega, M., López-López, E., Gutiérrez-Rayón, D., Martínez del Prado, A. y Pantoja Meléndez, C. A. (2017). Validación de un cuestionario para la determinación de factores de riesgo físico, alimentarios y de descanso para enfermedades crónico-degenerativas en población adulta de la Ciudad de México. *Salud en Tabasco*, 23(1-2), 34-43. <https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/users/ssaludtabasco/34.pdf>
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using SPSS* (4.ª ed.). Sage.
- Frías-Navarro, D. (2022). *Apuntes de estimación de la fiabilidad de consistencia interna de los ítems de un instrumento de medida*. Universidad de Valencia. <https://www.uv.es/friasnav/AlfaCronbach.pdf>
- Fröhling, L. y Zubiaga, A. (2021). Feature-based detection of automated language models: tackling GPT-2, GPT-3 and Grover. *Peer J Computer Science*, 7. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.443>
- Galli, M.ª G. y Kanobel, M.ª C. (2023). ChatGPT en educación superior: explorando sus potencialidades y sus limitaciones. *Revista Educación Superior y Sociedad*, 35(2), 174-195. <https://doi.org/10.54674/ess.v35i2.815>

- García-Peñalvo, F. J. (2024). Generative artificial intelligence and education: an analysis from multiple perspectives. *Education in the Knowledge Society*, 25, 1-10. <https://doi.org/10.14201/eks.31942>
- García-Peñalvo, F. J., Llorens-Largo, F. y Vidal, J. (2024). La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1). <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716>
- García Sánchez, O. V. (2023). Uso y percepción de ChatGPT en la educación superior. *Revista RITI*, 11(23), 98-107. <https://doi.org/10.36825/RITI.11.23.009>
- Goar, V., Singh Yadav, N. y Singh Yadav, P. (2023). Conversational AI for natural language processing: a review of ChatGPT. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 11(3), 109-117. <https://doi.org/10.17762/ijritcc.v11i3s.6161>
- Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mizra, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A. y Bengio, Y. (2014). Generative adversarial nets. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 27, 2.672-2.680. https://papers.nips.cc/paper_files/paper/2014/hash/f033ed80deb0234979a61f95710dbe25-Abstract.html
- Hair, J., Black, W., Babin y Anderson. (2010). *Multivariate Data Analysis* (7.ª ed.). Pearson.
- Hassani, H. y Silva, E. S. (2023). The role of ChatGPT in data science: how AI-assisted conversational interfaces are revolutionizing the field. *Big Data and Cognitive Computing*, 7(2), 1-16. <https://doi.org/10.3390/bdcc7020062>
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Hickman, H., Alarcón, M. y Cabrera, R. (2017). Piloteo de un instrumento de evaluación de prácticas docentes de profesores de la carrera de Psicología. *Debates en Evaluación y Currículo/ Congreso Internacional de Educación Evaluación*, 2(2), 2.249-2.256. <https://centrodeinvestigacioneducativauatx.org/publicacion/pdf2016/C016.pdf>
- Kim, T. (2023). Application of artificial intelligence chatbots, including ChatGPT, in education, scholarly work, programming, and content generation and its prospects: a narrative review. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 20(38). <https://doi.org/10.3352/jeehp.2023.20.38>
- Kingma, D. P. y Welling, M. (2013). Auto-encoding variational bayes. *Conference Proceedings: Papers Accepted to the International Conference on Learning Representations (ICLR)*. <http://arxiv.org/abs/1312.6114>
- Klimova, B. y Paiva Luz de Campos, V. (2024). University undergraduates' perceptions on the use of ChatGPT for academic purposes: evidence from a university in Czech Republic. *Cogent Education*, 11. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2373512>
- Ko, W.-J. y Li, J.-J. (2020). Assessing discourse relations in language generation from GPT-2. *Proceedings of the 13th International Conference on Natural Language Generation*, 52-59. <https://doi.org/10.18653/v1/2020.inlg-1.8>
- LeCun, Y., Bengio, Y. y Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521, 436-444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>

- Leyva-Vázquez, M. y Smarandache, F. (2018). Artificial intelligence: challenges, perspectives and neurosophy role. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Políticas y Valores*, 1, 1-15 (Edición especial). <https://www.proquest.com/docview/2247180766?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true&sourcetype=Scholarly%20Journals>
- Marín Guamán, M. A. (2023). ChatGPT, ventajas, desventajas y su uso en la educación superior. *Revista Killkana Sociales*, 7, 3-8. <https://doi.org/10.26871/killkanasocial.v7i1.1270>
- Mavrou, I. (2015). Análisis factorial exploratorio: cuestiones conceptuales y metodológicas. *Revista Nebrija de Lingüística Aplicada a la Enseñanza de Lenguas*, 19(1), 132-139. <https://doi.org/10.26378/rnlael019283>
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N. y Shannon, C. E. (2006). A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on artificial intelligence, August 31, 1955. *AI Magazine*, 27(4), 12. <https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904>
- Mendoza, J. y Garza, J. B. (2009). La medición en el proceso de investigación científica: evaluación de validez de contenido y confiabilidad. *Innovaciones de Negocios*, 6(1), 17-32. <https://doi.org/10.29105/rinn6.11-2>
- Morales Caluña, E. R. y Cervantes Díaz, D. J. (2024). Percepción y uso de ChatGPT en estudiantes universitarios. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 6.872-6.886. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14101
- Morales Vallejo, P. (2012). *El análisis factorial en la construcción e interpretación de test, escalas y cuestionarios*. <https://www.yumpu.com/es/document/read/10612596/el-analisis-factorial-en-la-construccion-e-interpretacion-de-tests->
- Morandín-Ahuerma, F. (2022). What is artificial intelligence? *International Journal of Research Publication and Reviews*, 3(12), 1.947-1.951. <https://doi.org/10.55248/gengpi.2022.31261>
- Ngo, T. T. A. (2023). The perception by university students of the use of ChatGPT in education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 18(17), 4-19. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i17.39019>
- Niño Suarez, A. y Gómez Joya, W. (2022). La inteligencia artificial en la reducción de procesos industriales. *Revista Tecnología, Investigación y Academia*, 10(1), 186-199. <https://revistas.udis-trital.edu.co/index.php/tia/article/view/17918/18463>
- OpenAI. (2022). *Introducing ChatGPT*. <https://openai.com/blog/chatgpt>
- Otero Agreda, O. E. (2024). Desafíos éticos, beneficios y competencias clave para implementar la inteligencia artificial en la educación superior. *Código Científico. Revista de Investigación*, 5(2), 1.287-1.313. <https://revistacodigocientifico.itslosandes.net/index.php/1/article/view/628>
- Oviedo Acevedo, H. C. y Campo Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572-580. <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=29414>
- Parra-Taboada, M., Trujillo-Arteaga, J., Álvarez-Abad, D., Arias-Domínguez, A. y Santillán-Gordón, E. (2024). El impacto de la inteligencia artificial en la educación. *Revista Científica Retos de la Ciencia*, 1(4), 169-181 (Edición especial). <https://doi.org/10.53877/rc.8.19e.202409.1>

- Pazmay Ramos, S. G. (2020). Análisis psicométrico de test de comunicación organizacional en empresas ecuatorianas. *Revista Publicando*, 7(25), 102-119. <https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/2092>
- Pérez, M. A. y Robador Papich, S. E. (2023). El futuro de la educación universitaria con ChatGPT. *XVIII Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET)*. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/155869>
- Pizarro Romero, K. y Martínez Mora, O. (2020). Análisis factorial exploratorio mediante el uso de las medidas de adecuación muestral kmo y esfericidad de Bartlett para determinar factores principales. *Journal of Science and Research*, 30(1), 361-380. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4453224>
- Roumeliotis, K. I. y Tselikas, N. D. (2023). ChatGPT and Open-AI models: a preliminary review. *Future Internet*, 15(6), 1-24. <https://doi.org/10.3390/fi15060192>
- Russell, S. y Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4.^a ed.). Pearson Education.
- Serrano, M. Á., Santos-Olmo, A., García Rosado, D., Sánchez, L. E., Blanco Bueno, C. y Fernández-Medina Patón, E. (2024). Uso de ChatGPT en la enseñanza universitaria de informática: ventajas y desventajas. *Actas de las XXX Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática*, 9, 233-240. <http://hdl.handle.net/10045/144657>
- Shrestha, N. (2021). Factor analysis as a tool for survey analysis. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 9(1), 4-11. <https://doi.org/10.12691/ajams-9-1-2>
- Soto Ortiz, J. L. y Reyes Flores, I. A. (2024). Apreciaciones de estudiantes universitarios sobre el uso del ChatGPT. *REPED. Revista Paraguaya de Educación a Distancia*, 5(2), 56-65. <https://doi.org/10.56152/reped2024-dossierA1-art5>
- Toro, R., Peña-Sarmiento, M., Avendaño-Prieto, B. L., Mejía-Vélez, S. y Bernal-Torres, A. (2022). Análisis empírico del coeficiente alfa de Cronbach según opciones de respuesta, muestra y observaciones atípicas. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación Psicológica*, 2(63). <https://doi.org/10.21865/RIDEP63.2.02>
- Tuapanta Dacto, J. V., Duque Vaca, M. A. y Mena Reinoso, A. P. (2017). Alfa de Cronbach para validar un cuestionario de uso de TIC en docentes universitarios. *mktDescubre*, 1(10), 37-48. <http://revistas.esepoch.edu.ec/index.php/mktdescubre/article/view/141>
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gómez, A. N., Kaiser, L. y Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30, 1-11. https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2017/file/3f5ee243547dee91fbd-053c1c4a845aa-Paper.pdf
- Vergara-Lope Tristán, S. y Blancas Lumbreras, A. (2021). Instrumento «Aprendizajes básicos para el manejo emocional en niños y adolescentes». *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(22). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.891>
- Zaragoza Aranda, J. J., Zaragoza Aranda, S. J. y González Pacheco, M.^a E. (2024). El ChatGPT: su impacto en los jóvenes universitarios caso Centro Universitario de la Ciénega, Universidad de Guadalajara. *Estudios de la Ciénega*, 8, 157-162. <https://revistaestudiosdelacienega.com/ojs/index.php/rec/article/view/127>

ID Hugo Molina-Montalvo. Licenciado en Ciencias de la Educación. Maestría en Docencia. Doctorado en Ciencias de la Educación. Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (México), adscrito a la Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades. Líder del cuerpo académico «Evaluación Educativa». Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnologías (CONAHCYT). Sus líneas de investigación son la evaluación educativa y las tecnologías de aprendizaje y conocimiento.

ID Julio César Macías Villarreal. Doctor en Ciencias de la Administración por la Universidad Internacional de América (México). Obtuvo maestría en Finanzas y licenciatura en Contaduría Pública en la Universidad Autónoma de Tamaulipas (México). Investigador nacional nivel 1 dentro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnologías (CONAHCYT). Su línea de investigación es la gestión estratégica y la innovación tecnológica para el desarrollo de la competitividad.

ID Gerardo Haces Atondo. Doctor en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología. Maestría en Teleinformática y licenciado en Computación Administrativa. Investigador nacional nivel I dentro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnologías (CONAHCYT). Profesor a tiempo completo y coordinador de la licenciatura en Tecnologías de la Información en la Facultad de Comercio y Administración Victoria de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (México). Su línea de investigación es tecnologías de la información, específicamente en administración estratégica de tecnologías de la información, gobierno y gestión de tecnologías de la información, así como gobierno electrónico y emprendimiento tecnológico.

Contribución de autores. Idea: H. M.-M.; Revisión de literatura (estado del arte): H. M.-M., J. C. M. V. y G. H. A.; Metodología: H. M.-M., J. C. M. V. y G. H. A.; Análisis de datos: H. M.-M., J. C. M. V. y G. H. A.; Resultados: H. M.-M., J. C. M. V. y G. H. A.; Discusión y conclusiones: H. M.-M., J. C. M. V. y G. H. A.; Redacción (borrador original): H. M.-M. y J. C. M. V.; Revisiones finales: H. M.-M., J. C. M. V. y G. H. A.; Diseño del proyecto: H. M.-M., J. C. M. V. y G. H. A.

«Agentes del tiempo»: evaluación de la experiencia de usuario para la enseñanza interdisciplinar de temáticas ambientales

Cecilia Beatriz Di Capua (autora de contacto)

Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas/Dirección de Comunicación de la Ciencia/Área de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de la Universidad Nacional de Rosario (Argentina)
ceciliadicapua@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0002-8982-3489>

María Soledad Casasola

Facultad de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales/Dirección de Comunicación de la Ciencia/Área de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de la Universidad Nacional de Rosario (Argentina)
mscasasola@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0003-0668-2535>

Extracto

El videojuego educativo *Agentes del tiempo* ha sido diseñado para abordar una problemática ambiental relacionada con las especies exóticas invasoras desde un enfoque interdisciplinario. Este estudio evalúa la experiencia de usuario de *Agentes del tiempo* en docentes en formación de nivel primario y secundario, para valorar su potencial como herramienta didáctica en educación ambiental. A través de un enfoque mixto, se analizó la experiencia en términos de navegación, efectividad, arquitectura de la información, motivación e inmersión en la interfaz. Los resultados indican una recepción positiva, destacando la capacidad del juego para involucrar a los usuarios y facilitar la adquisición de conocimientos en geografía y biología. Los hallazgos sugieren que el juego promueve una comprensión interdisciplinaria y permite introducir el tema de especies invasoras, en particular el mejillón dorado. Además, se recomiendan mejoras en la usabilidad para optimizar la fluidez del juego y su función en el aprendizaje escolar. Finalmente, *Agentes del tiempo* muestra un potencial prometedor como recurso para la educación ambiental, fomentando el compromiso estudiantil (hombres y mujeres) en temáticas ambientales complejas mediante el aprendizaje basado en juegos.

Palabras clave: especies introducidas; especies invasoras; biodiversidad; desarrollo sostenible; educación ambiental; videojuegos; educación para el desarrollo sostenible; juego educativo.

Recibido: 12-11-2024 | Aceptado: 27-03-2025 | Publicado: 06-05-2025

Cómo citar: Di Capua, C. B. y Casasola, M. S. (2025). «Agentes del tiempo»: evaluación de la experiencia de usuario para la enseñanza interdisciplinar de temáticas ambientales. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 31, 90-121. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.24183>

«Agentes del tiempo»: user experience evaluation for interdisciplinary teaching of environmental topics

Cecilia Beatriz Di Capua (corresponding author)

Faculty of Biochemical and Pharmaceutical Sciences/Science Communication Department/Science, Technology, and Innovation for Development of the Universidad Nacional de Rosario (Argentina)
ceciliadicapua@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0002-8982-3489>

María Soledad Casasola

Faculty of Political Science and International Relations/Science Communication Department/Science, Technology, and Innovation for Development of the Universidad Nacional de Rosario (Argentina)
mscasasola@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0003-0668-2535>

Abstract

The educational video game *Agentes del tiempo* has been designed to address an environmental issue related to invasive alien species from an interdisciplinary approach. This study evaluates the user experience of *Agentes del tiempo* among primary and secondary school trainee teachers to assess its potential as an educational tool in environmental education. Using a mixed-methods approach, the experience was analyzed in terms of navigation, effectiveness, information architecture, motivation, and immersion within the interface. The results indicate a positive reception, highlighting the game's ability to engage users and facilitate knowledge acquisition in geography and biology. Findings suggest that the game promotes an interdisciplinary understanding and enables the introduction of invasive species topics, specifically the golden mussel. Additionally, usability improvements are recommended to enhance game flow and its effectiveness in school learning. Overall, *Agentes del tiempo* shows promising potential as a resource for environmental education, fostering student (men and women) engagement in complex environmental topics through game-based learning.

Keywords: introduced species; invasive species; biodiversity; sustainable development; environmental education; video games; education for sustainable development; educational games.

Received: 12-11-2024 | Accepted: 27-03-2025 | Published: 06-05-2025

Citation: Di Capua, C. B. and Casasola, M.S. «Agentes del tiempo»: user experience evaluation for interdisciplinary teaching of environmental topics. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 31, 90-121. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.24183>

Sumario

1. Introducción	
1.1. Desafíos de la educación ambiental	
1.2. El aprendizaje basado en juegos como estrategia pedagógica	
1.3. Videojuego <i>Agentes del tiempo</i>	
2. Objetivos	
3. Método	
4. Resultados	
4.1. Evaluación de la experiencia de usuario del videojuego <i>Agentes del tiempo</i>	
4.2. Análisis del potencial del videojuego <i>Agentes del tiempo</i> para el abordaje interdisciplinar de las problemáticas ambientales	
5. Discusión	
6. Conclusiones	
Referencias bibliográficas	

Nota: las autoras del artículo declaran que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este trabajo de investigación se han realizado de conformidad con las leyes y directrices institucionales pertinentes. Asimismo, las autoras del artículo han obtenido el consentimiento informado (libre y voluntario) por parte de todas las personas intervinientes en este estudio de investigación. Los datos de la encuesta están disponibles en el Repositorio de Datos Abiertos de la Universidad Nacional de Rosario: Di Capua, C. B. (2024). *Datos relevados en la encuesta de evaluación de la experiencia de usuario del videojuego educativo «Agentes del tiempo»*. <https://doi.org/10.57715/UNR/CLUDBWA>. RDA UNR. Licencia de uso Creative Commons.

1. Introducción

1.1. Desafíos de la educación ambiental

La enseñanza de las ciencias en el ámbito educativo afronta constantes desafíos, especialmente al intentar desarrollar habilidades científicas en los estudiantes. Tradicionalmente, la educación en ciencias naturales se ha basado principalmente en la transmisión de conocimientos mediante clases magistrales, priorizándose la memorización de conceptos procesados, sin mostrar el proceso de construcción de los mismos (Gellon *et al.*, 2005). Las tendencias pedagógicas actuales, en cambio, promueven una construcción activa del conocimiento, en la que los estudiantes deben integrar diversas áreas del saber, desarrollar un pensamiento crítico y participar activamente en la resolución de problemas (Furman, 2021), siendo el rol docente un pilar fundamental para este propósito (Menéndez, 2024). Se intenta mostrar el proceso científico y no solo el producto final. Esto resulta particularmente relevante cuando se abordan problemáticas ambientales complejas, como el cambio climático, la deforestación, la sobreexplotación de recursos naturales o la pérdida de biodiversidad, entre otros. La educación ambiental no tiene como propósito solo informar, sino que debe abordarse desde una perspectiva interdisciplinaria para comprender la complejidad de los problemas socioambientales, integrando saberes de distintas disciplinas y actores. Al mismo tiempo, el pensamiento crítico es esencial para cuestionar modelos de desarrollo, formas de consumo e intereses en juego, promoviendo un aprendizaje transformador y comprometido con el entorno (Guerrero Tamayo, 2024).

En varios países de Iberoamérica se ha desarrollado legislación que contempla la introducción de políticas de sensibilización de la ciudadanía sobre temáticas ambientales. En México, la Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, publicada en 1988 y actualizada con reformas en el año 2024, establece la educación ambiental como un instrumento para la formación ciudadana. La reforma educativa llevada a cabo en 2017 en ese país incorpora la educación ambiental en los diseños curriculares. Sin embargo, se detecta en la misma falta de profundidad, desconexión con otros contenidos y ausencia de un enfoque crítico y multidimensional (García Jiménez, 2022). En Brasil, la Ley n.º 9795 busca integrar la educación ambiental en todos los aspectos del sistema educativo, fomentar la participación de la comunidad, así como promover una visión crítica y participativa. En Colombia, se ha establecido la Política Nacional de Educación Ambiental a través de la Ley 1549, del año 2012. Allí se enfatiza la integración transversal de la educación ambiental en las escuelas y la formación continua de los docentes. Además, la ley busca garantizar que

la educación ambiental sea relevante y efectiva en la promoción de una ciudadanía crítica y comprometida. En España, se aprobó en 2021 el Plan de Acción de Educación Ambiental para la Sostenibilidad 2021-2025, propuesto por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y el Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes (s. f.). Las actividades se han planteado para un periodo cuatrianual con el objeto de fortalecer la integración de la educación ambiental en el sistema educativo, desarrollar competencias para la sostenibilidad y apoyar la investigación y la innovación en este campo. En Argentina, en el año 2021, se sancionó la Ley 27621, que establece la educación ambiental integral. allí se concibe la implementación de la educación ambiental en todos los niveles y modalidades del sistema educativo, promoviendo un enfoque transversal que fomente la conciencia y la acción para la sostenibilidad y el respeto por el medioambiente.

Una problemática vinculada con la conservación de la biodiversidad es la introducción de especies exóticas. Los organismos que han sido movilizados por la acción humana –intencional o accidental– de su lugar de origen a uno nuevo se vuelven especies exóticas. Cuando, además, causan desplazamiento de especies nativas, alteraciones del ecosistema, daños a la salud de la población o problemas socioeconómicos, se las considera invasoras (Argentina.gob.ar, s. f.). Uno de los principales desafíos ligados a las invasiones biológicas es el desconocimiento que existe sobre los mismos en los docentes. Según una encuesta realizada por Sosa *et al.* (2021) a un grupo de docentes y estudiantes de profesorado, más de la mitad de los participantes desconocían las invasiones biológicas, destacando la importancia de la comunicación para involucrar a la sociedad y a los educadores en la gestión de las especies invasoras. En el mismo sentido, una investigación realizada mediante un cuestionario a estudiantes del último curso del profesorado en Ciencias Biológicas pertenecientes a cuatro instituciones educativas de nivel superior de la provincia de Buenos Aires (Argentina) también arrojó datos relevantes. En ella se indica que los participantes tenían bastante clara la definición de «especie exótica», pero mostraban confusiones conceptuales en relación con las invasiones biológicas (Vilches *et al.*, 2016). En un estudio realizado en el norte de Argentina en la provincia de Tucumán, se detectó que algunos alumnos de nivel medio no eran capaces de hacer una discriminación adecuada entre el entorno de la ciudad y el natural, lo que podría llevarlos a vincular la noción de especies nativas con aquellas que les resultaran conocidas o familiares. A su vez, a los autores les resultó preocupante que los alumnos mostraran una perspectiva enfocada principalmente en los beneficios económicos y directos de las aves y las plantas, mientras que solo unos pocos evidenciaran conocimientos sobre sus beneficios ecológicos indirectos (López *et al.*, 2010).

Estas brechas conceptuales en el reconocimiento de las especies autóctonas y en la apropiación de definiciones ligadas a las invasiones biológicas demandan la producción de materiales didácticos informativos. Una estrategia para facilitar el conocimiento sobre la biodiversidad y fomentar su conservación es la utilización de colecciones biológicas, en particular las virtuales, ya que amplían las posibilidades de enseñanza en diversos contextos (Darrigran *et al.* 2023). En esta línea, Darrigran *et al.* (2008) explican conceptos sobre la introducción de especies exóticas, implicancias de las invasiones biológicas, y aportan he-

ramientas didácticas para su uso en el aula. Los autores plantean que es fundamental la sensibilización de la sociedad, siendo crítico el rol de las instituciones educativas en esta misión.

1.2. El aprendizaje basado en juegos como estrategia pedagógica

El uso de tecnologías educativas ha demostrado ser una herramienta eficaz para el desarrollo de competencias transdisciplinarias, fomentando la creatividad, la motivación y el pensamiento crítico (Borras Gené, 2016; Fernández Olivero y Simón Medina, 2022; González González, 2014; Martínez Navarro, 2017; Manzano León *et al.*, 2020).

En particular, el aprendizaje basado en juegos y la gamificación son dos ejemplos de utilización de tecnología educativa. Ambas metodologías han demostrado su potencial para motivar y comprometer a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. En sendos casos, se busca introducir juegos o actividades lúdicas en contextos donde tradicionalmente no los hay. En particular, el aprendizaje basado en juegos propone hacer uso de este recurso como enfoque pedagógico implementando propuestas ludificadas en planificaciones docentes. Esto permite explorar actividades propias de una o varias disciplinas e integrar competencias transversales. La gamificación puede ser especialmente útil para romper con la pasividad que promueven las clases magistrales tradicionales, donde el docente simplemente transmite conocimientos y los estudiantes toman notas (Martínez Navarro, 2017). En una línea similar, pero con fines distintos, se deben mencionar los juegos serios (*serious games*), cuyo objetivo de desarrollo es enseñar habilidades o conocimientos concretos. Se utilizan en campos como la educación, la salud, la industria, el gobierno y otros sectores para capacitar, simular situaciones reales o enseñar habilidades especializadas (López Raventos, 2016).

La aplicación de estrategias que involucren activamente al estudiante puede fomentar el entusiasmo hacia asignaturas que a menudo generan rechazo en los adolescentes (Illescas-Cárdenas *et al.*, 2020). Los videojuegos educativos se destacan como una estrategia prometedora para la enseñanza, contribuyendo no solo a la adquisición de contenidos, sino también al desarrollo de habilidades socioemocionales y digitales (Barz *et al.*, 2024; Luzardo *et al.*, 2019).

Existen numerosos antecedentes internacionales sobre la aplicación exitosa del aprendizaje basado en juegos y la gamificación en todos los niveles educativos e incluso en contextos empresariales (Cornellà Canals *et al.*, 2018; Estellés Miguel *et al.*, 2017; Kroski, 2020; López, 2019; Manzano León *et al.*, 2020; Moreno Fuentes, 2019;). Cornellà Canals *et al.* (2018) repasan muchas experiencias y metodologías de gamificación concluyendo que estas propuestas favorecen la motivación en los estudiantes, lo cual propicia que el aprendizaje sea más activo y participativo. Algunos de los aspectos que hay que destacar del aprendizaje basado en juegos son la posibilidad de retroalimentación inmediata, el refuerzo del buen desempeño, los objetivos y aprendizajes personalizables y la adaptación de la complejidad según las habilidades del usuario (Krath *et al.*, 2021).

Cabe destacar una experiencia llamada Proyecto Game to Learn desarrollada en escuelas primarias de Valencia (España) utilizando juegos digitales educativos con el objetivo de potenciar inteligencias lógico-matemática, naturalista y lingüística. El grupo de investigadores observó que la aplicación de la metodología facilitaba el aprendizaje y mejoraba las habilidades y capacidades de sus estudiantes (Moral Pérez *et al.*, 2016). Otro caso que cabe mencionar es el publicado por Moreno Fuentes (2019), en el que se utiliza un *breakout EDU*, es decir un juego de escape aplicado a la educación. La herramienta fue puesta en práctica en la asignatura Lenguas Extranjeras de la carrera de Educación Primaria del Centro Universitario Sagrada Familia (España). Como resultado se reportó un aumento en el nivel de motivación y el fomento del trabajo colaborativo en los estudiantes, así como una mejor incorporación de las competencias y contenidos propios de la asignatura. Por otro lado, en la enseñanza de clases de historia se ha demostrado que los videojuegos y las tecnologías en general son positivamente valoradas por el estudiantado, algo que se ve plasmado en las evaluaciones de la adquisición de contenidos conceptuales históricos (Gómez Trigueros, 2018). Los juegos de estrategia colaboran en la comprensión de la causalidad y la temporalidad, así como los de recreación de escenarios parecen ayudar a los usuarios a comprender la relevancia y perspectiva histórica (Jiménez Alcázar *et al.*, 2020). En la formación de carreras ligadas a la ingeniería se detectan resultados en el mismo sentido, observándose que la competencia puede ser efectiva en el aprendizaje y para su futuro profesional (Cubela *et al.*, 2023).

Otro grupo de investigación halló que el nivel de desafío de un videojuego es un buen predictor de los logros de aprendizaje de esta área disciplinar (Hamari *et al.*, 2016). Rincon-Flores *et al.* (2018) han encontrado que la gamificación tiene muy buenos resultados como promotora de habilidades matemáticas en estudiantes universitarios. Asimismo, los autores concluyeron que la implementación de la gamificación debe ser sostenida con una evaluación y metaevaluación (revisión de la forma en que se evalúa) constante que permita hacer ajustes tendentes a mejorar la efectividad del aprendizaje.

Una reciente recopilación de juegos apropiados para la educación ambiental reveló un creciente interés por el desarrollo de juegos y materiales didácticos, aunque también evidenció una escasa disponibilidad en abordajes que contemplen la mirada compleja e interdisciplinar que demanda la educación ambiental actual (Di Capua, 2024). En particular, en cuanto a la investigación sobre el uso de juegos en la educación relacionados con la biodiversidad y las especies nativas y exóticas destacan algunas publicaciones. En Argentina, un trabajo realizado por docentes e investigadores del Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas [CONICET]/Universidad Nacional de Córdoba [UNC]) presentó el juego de tablero *Vecinas invasoras*, que aborda todas las etapas del proceso de invasión de especies exóticas, enfatizando el valor del formato lúdico y la importancia de incluir problemáticas ambientales en la agenda educativa (Maubecin *et al.*, 2022). Otro trabajo, realizado por miembros del Departamento de Ciencias Exactas y Naturales de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de La Plata (Argentina), propone una actividad lúdica con

charlas introductorias, juegos de tres rondas y debates, destacando la prevención como la estrategia óptima frente a las invasiones biológicas y reflexionando sobre el impacto positivo de estas actividades en la construcción flexible y significativa del conocimiento de los alumnos (Vilches *et al.*, 2015). En Colombia se evaluó el impacto del juego educativo *Eco-Link* en el reconocimiento y el afecto por la fauna nativa en estudiantes de nivel primario. El juego favoreció un aumento significativo en la identificación de animales nativos, aunque no se observaron cambios importantes en el afecto hacia ellos, destacando la necesidad de desarrollar herramientas educativas más efectivas para generar cambios duraderos en la empatía por la fauna nativa (Salas López, 2017).

A pesar de lo prometedor que es el aprendizaje basado en juegos, existe una brecha entre la teoría y la práctica en la investigación de la gamificación, así como una escasez de pautas para su implementación (Alsawaier, 2018). El éxito de la incorporación de la gamificación en la enseñanza depende en gran medida de las percepciones de estudiantes y docentes, ya que, mientras algunos pueden encontrarla motivadora, para otros puede ser distractora (Christopoulos y Mystakidis, 2023). Por ello, es necesario desarrollar estrategias que evalúen las necesidades de los usuarios, así como la eficacia y viabilidad del uso de los juegos para la educación.

1.3. Videojuego *Agentes del tiempo*

El videojuego educativo *Agentes del tiempo*¹ fue diseñado para abordar la problemática de las especies exóticas invasoras desde un enfoque interdisciplinario. La aplicación es apta para dispositivos móviles con sistema operativo Android y puede descargarse de forma gratuita en un subsitio creado dentro de la página de la Universidad Nacional de Rosario (Argentina). Una vez instalado no requiere conexión a internet para su uso. La narrativa del juego sigue a un grupo de jóvenes investigadores con la habilidad de viajar en el tiempo y en el espacio. Su misión es resolver un problema crítico: la falta de agua en una ciudad debido a una obstrucción de las tuberías de la planta potabilizadora. La causa de esta oclusión es una colonia de moluscos de la especie *Limnoperna fortunei*, conocida popularmente como «mejillón dorado», que es una especie exótica invasora en la cuenca del río de la Plata. A medida que el jugador avanza en la historia, va descubriendo que este molusco llegó a la región en la década de los noventa del siglo XX, transportado en el agua de lastre de barcos comerciales provenientes de Asia. El videojuego utiliza una trama detectivesca que invita al usuario a avanzar a través de diferentes pantallas seleccionando entre opciones múltiples. Durante el juego, los agentes consultan a especialistas, como una malacóloga y una historiadora, cuyas contribuciones son clave para comprender los impactos ambientales y económicos del mejillón dorado y para resolver el caso.

¹ *Agentes del tiempo* (<https://unr.edu.ar/agentes-del-tiempo/>).

Figura 1. Captura de pantalla del videojuego *Agentes del tiempo*



2. Objetivos

El objetivo general (OG) de este trabajo fue el siguiente:

OG. Evaluar, a partir de la experiencia de usuario de docentes en formación, las potencialidades vinculadas con la educación ambiental presentes en el videojuego *Agentes del tiempo*, destinado a públicos adolescentes, como herramienta de motivación y apropiación interdisciplinar del conocimiento científico.

Entre los objetivos específicos (OE) destacan dos:

OE1. Releva la experiencia de usuario del videojuego *Agentes del tiempo* por parte de docentes y estudiantes de los profesorados de Geografía y Biología de nivel primario de la ciudad de Rosario (Provincia de Santa Fe, Argentina).

OE2. Analizar el caso del videojuego educativo *Agentes del tiempo* para el abordaje interdisciplinar de problemáticas ambientales en el contexto escolar.

3. Método

Para la evaluación del juego se incluyeron 53 estudiantes y 6 profesores de institutos terciarios de formación docente de Geografía y Biología de nivel primario de la ciudad de Rosario,

tanto públicos como privados. En cuanto al género de los estudiantes, un 76 % fueron mujeres cisgénero (40 participantes), un 13 % varones cisgénero (7 participantes) y un grupo de 6 personas no informaron acerca de su género. Con relación a la distribución etaria, el rango abarcó desde los 20 hasta los 46 años, siendo el 75 % de los participantes menores de 30 años.

La encuesta de evaluación del juego fue elaborada tomando referencias de diversos autores (Echeverría Maggi, 2014; EL Machtani EL Idrissi *et al.*, 2022; González Sánchez *et al.*, 2012; Paniagua-Esquivel *et al.*, 2022; Rienzo y Cubillos, 2020) y se consultaron las normas de la International Organization for Standardization (ISO), reconocidas por establecer estándares internacionales para garantizar la calidad, la seguridad y la eficiencia de productos, servicios y sistemas. La norma UNE-EN-ISO 9241-210:2109, aunque no fue inicialmente elaborada para videojuegos, aborda aspectos relacionados con la usabilidad y la interacción persona-computadora. Sus pautas son aplicables en diversos contextos, incluidos los videojuegos.

Una de las definiciones clave que ofrece la norma es la de experiencia del usuario: «Las percepciones y respuestas de una persona derivadas del uso o uso anticipado de un producto, sistema o servicio» (ISO, s. f.). Asimismo, se establece otro término, la «usabilidad»: «Grado en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso definido» (ISO, s. f.). Considerando ambas definiciones y su relación con los videojuegos se comprende que la usabilidad es una parte integral de la experiencia de usuario. La primera se centra en la eficiencia, la efectividad y la satisfacción del usuario al realizar tareas específicas en un sistema o producto. En el caso de los videojuegos, la usabilidad se relacionaría con la facilidad de jugar, la comprensión de las mecánicas del juego y el logro de los objetivos de manera intuitiva. Por otro lado, la experiencia de usuario engloba aspectos más amplios, incluyendo emociones, percepciones y respuestas del usuario ante todo el proceso de interacción con el videojuego. Es decir, la experiencia de usuario abarca la usabilidad, pero también se extiende a factores emocionales, estéticos y contextuales. En esta línea de conceptos aparece uno nuevo relacionado de forma más específica con los juegos, la «jugabilidad», el cual comparte similitudes con la usabilidad. La jugabilidad ha sido definida por González Sánchez *et al.* (2012) como «el conjunto de propiedades que describen la experiencia del jugador ante un sistema de juego determinado, cuyo principal objetivo es divertir y entretener de forma satisfactoria y creíble ya sea solo o en compañía» (p. 218). La experiencia del jugador entendida en términos de «usabilidad» o «jugabilidad» ha sido descrita tanto para las etapas de desarrollo de los juegos como en la evaluación del producto final (Evans *et al.*, 2016; González Sánchez y Gutiérrez Vela, 2014; Rienzo y Cubillos, 2020; Navarro-Adelantado y Pic, 2021).

Teniendo en cuenta las definiciones de indicadores proporcionadas por la literatura sobre experiencia de usuario, usabilidad y jugabilidad, en el presente trabajo se desarrolló una encuesta que incorpora los siguientes atributos:

- **Navegación.** Se refiere a la mecánica del juego, los objetivos, las reglas y las formas de interactuar con el videojuego (Echeverría Maggi, 2014).

- **Efectividad.** Evalúa el tiempo y los recursos necesarios para proporcionar diversión al jugador, permitiéndole alcanzar los objetivos propuestos en el videojuego y llegar a su meta final (Echeverría Maggi, 2014; González Sánchez *et al.*, 2012).
- **Arquitectura de información y aprendizaje.** Examina los atributos del juego que facilitan la transferencia del contenido educativo presente en la narrativa (Echeverría Maggi, 2014; González Sánchez *et al.*, 2012).
- **Motivación y satisfacción.** Representa la capacidad del videojuego para estimular al usuario, generando gusto y agrado durante el proceso de juego, lo que motiva al jugador a persistir hasta completar el juego (Echeverría Maggi, 2014; González Sánchez *et al.*, 2012).
- **Interfaz e inmersión.** Engloba las características estéticas, artísticas y gráficas que conectan al usuario con el juego, permitiéndole integrarse de manera efectiva en el mundo virtual que se presenta (Echeverría Maggi, 2014; González Sánchez *et al.*, 2012).

En el cuadro 1, se presentan las afirmaciones propuestas para evaluar cada atributo. Las opciones de respuesta se establecieron en seis categorías, permitiendo así que los encuestados expresaran su grado de acuerdo o desacuerdo con las afirmaciones presentadas: «muy de acuerdo», «de acuerdo», «más o menos de acuerdo», «en desacuerdo», «muy en desacuerdo», «no sabe/no contesta». Con el fin de facilitar la observación de los resultados, las categorías de valoración de la encuesta fueron agrupadas de la siguiente forma:

- Muy de acuerdo/De acuerdo.
- Más o menos de acuerdo/En desacuerdo/Muy en desacuerdo.
- No sabe/No contesta.

Cuadro 1. Atributos y afirmaciones utilizadas en la evaluación de la experiencia de juego

Atributo	Afirmaciones
Navegación	Las acciones de juego (elegir entre opciones) se comprendieron fácilmente.
	El juego mostró errores de operación (botones que no funcionaron, efectos no acordes a la pantalla, etc.).
	La duración del juego fue apropiada.
	Resultó difícil entender cómo se juega.



Atributo	Afirmaciones
Efectividad	El número de intentos (tres) permitidos para responder las preguntas fue suficiente.
	Si se perdieron los tres intentos, el juego regresa al inicio del nivel, perdiendo el progreso obtenido.
	El juego pudo resolverse sin ayuda de otras personas.
	Las pistas indicadas en cada opción facilitaron la resolución del juego.
	La redacción y el vocabulario de las preguntas y pistas fueron de fácil comprensión.
	La posibilidad de elegir nombre de usuario permitió sentirse parte de la investigación.
	La posibilidad de elegir nombre de usuario fue innecesaria.
	El tiempo para contestar las preguntas fue suficiente.
Arquitectura de la información y aprendizaje	Es posible avanzar de pantalla mediante prueba y error sin leer las preguntas o pistas.
	El objetivo del juego es claro desde el inicio.
	La dificultad de la mayoría de las preguntas fue apropiada.
	La temática del juego es interesante.
	La temática del juego era desconocida para mí antes del juego.
	La temática del juego requiere de los aportes de muchas disciplinas (geografía, biología, historia, relaciones internacionales, etc.).
	El juego es muy útil para aprender sobre la introducción de especies exóticas.
	El juego es un buen recurso para aprender temas de geografía y biología.
	En el juego hay una representación equitativa de género.

Atributo	Afirmaciones
Motivación y satisfacción	El videojuego despertó curiosidad.
	El videojuego fue entretenido.
	Fue una novedad usar un videojuego en el aula.
	El juego estimula para llegar al final.
	Volvería a jugar el videojuego.
	Recomendaría el juego a amigos o amigas.
	Quisiera que se elaborara una segunda parte del juego.
Interfaz e inmersión	La interfaz gráfica es muy agradable.
	Las ilustraciones representan de forma correcta el mensaje.
	Los personajes tienen un estilo muy atractivo.
	La narrativa del juego (agentes que viajan en el espacio y en el tiempo para resolver el problema) es novedosa.
	La dinámica detectivesca resulta atractiva.
	El tipo y tamaño de la tipografía (letra) son adecuados.
	La música y los recursos sonoros son adecuados.

Fuente: elaboración propia.

A la lista de afirmaciones se adicionó una consulta sobre la percepción de los usuarios y los docentes con relación a la medida en que consideraban que el videojuego les permitía abordar los siguientes contenidos en sus clases: metodología de investigación científica, hidrología del río Paraná, proceso de potabilización del agua, fauna autóctona del río Paraná, diferenciación entre especies autóctonas y especies no autóctonas, pueblos originarios, costumbres del pueblo Chaná, definición de «malacología», concepto de «especie exótica invasora», descripción del mejillón dorado, comercio entre Argentina y sudeste asiático,

transporte de cargas marítimo, necesidad de interdisciplina para abordar el problema y mujeres científicas. Las categorías de respuesta en este caso fueron tres: «superficial», «moderada» y «profundamente».

La encuesta fue digitalizada utilizando un formulario de Google y compartida con los participantes mediante un código QR.

4. Resultados

4.1. Evaluación de la experiencia de usuario del videojuego *Agentes del tiempo*

El análisis de la experiencia de usuario del videojuego *Agentes del tiempo* reveló una valoración mayoritariamente positiva por parte de los docentes en formación que participaron en el estudio. Los resultados de la encuesta fueron recopilados y analizados. En cuanto a la «Navegación», un 90 % de los participantes indicó que las acciones del juego eran fácilmente comprensibles y un 70 % percibió que la duración del juego era apropiada. Por otro lado, menos de un cuarto de los encuestados encontró dificultades para entender el juego, mientras que cerca del 20 % señaló la presencia de errores de operación (véase cuadro 2).

Cuadro 2. Evaluación del atributo «Navegación»

	Porcentaje de participantes		
	Muy de acuerdo/ De acuerdo	Más o menos de acuerdo/ En desacuerdo/ Muy en desacuerdo	No sabe/ No contesta
Las acciones de juego (elegir entre opciones) se comprendieron fácilmente.	89 %	11 %	0 %
El juego mostró errores de operación (botones que no funcionaron, efectos no acordes a la pantalla, etc.).	21 %	79 %	0 %
La duración del juego fue apropiada.	70 %	28 %	2 %
Resultó difícil entender cómo se juega.	22 %	72 %	6 %

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro 3 se muestran los resultados del atributo «Efectividad», observándose que la mayoría de los participantes consideró que el tiempo y los intentos para responder las preguntas eran suficientes. Sin embargo, aproximadamente la mitad señaló que el juego conduce al usuario al inicio de la etapa, lo que implica perder gran parte del progreso alcanzado hasta ese momento. Más del 90 % encontró las preguntas y pistas de fácil comprensión, y acordó que las pistas ayudaban a la resolución del juego. La mayoría resolvió el juego sin ayuda externa. En cuanto a la opción de elegir un nombre de usuario, alrededor del 70 % sintió que esto les permitió involucrarse en la investigación, mientras que aproximadamente el 30 % lo consideró innecesario.

Cuadro 3. Evaluación del atributo «Efectividad»

	Porcentaje de participantes		
	Muy de acuerdo/ De acuerdo	Más o menos de acuerdo/En desacuerdo/Muy en desacuerdo	No sabe/ No contesta
El número de intentos (tres) permitidos para responder las preguntas fue suficiente.	77 %	19 %	4 %
Si se perdían los tres intentos, el juego regresaba al inicio del nivel, perdiendo el progreso obtenido.	43 %	36 %	21 %
El juego pudo resolverse sin ayuda de otras personas.	87 %	9 %	4 %
Las pistas indicadas en cada opción facilitaron la resolución del juego.	92 %	6 %	2 %
La redacción y el vocabulario de las preguntas y pistas fueron de fácil comprensión.	90 %	8 %	2 %
La posibilidad de elegir nombre de usuario permitió sentirse parte de la investigación.	72 %	23 %	5 %
La posibilidad de elegir nombre de usuario fue innecesaria.	32 %	57 %	11 %
El tiempo para contestar las preguntas fue suficiente.	62 %	32 %	6 %

Fuente: elaboración propia.

Al examinar el atributo de «Arquitectura de la información y aprendizaje», se destacó que el 85 % de los participantes consideraron que el juego era un buen recurso para aprender sobre geografía y biología, así como útil para comprender la introducción de las especies exóticas invasoras. La problemática del mejillón dorado era desconocida para más del 70 % y alrededor de un 80 % la encontró interesante. Para la mayoría, la dificultad de las preguntas fue considerada adecuada y el objetivo del juego se percibió claro desde el principio. Aproximadamente, la mitad de los encuestados indicó que podía avanzar entre pantallas sin leer las preguntas ni las pistas, simplemente respondiendo mediante prueba y error. Respecto a la representación de género, más del 70 % de los participantes la consideró equitativa. Los resultados detallados de la evaluación de este atributo se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Evaluación del atributo «Arquitectura de la información y aprendizaje»

	Porcentaje de participantes		
	Muy de acuerdo/ De acuerdo	Más o menos de acuerdo/En desacuerdo/Muy en desacuerdo	No sabe/ No contesta
Es posible avanzar de pantalla mediante prueba y error sin leer las preguntas o pistas.	45 %	51 %	4 %
El objetivo del juego es claro desde el inicio.	70 %	26 %	4 %
La dificultad de la mayoría de las preguntas fue apropiada.	73 %	25 %	2 %
La temática del juego (mejillón dorado como especie exótica invasora) es interesante.	79 %	17 %	4 %
La temática del juego (mejillón dorado como especie exótica invasora) era desconocida para mí antes del juego.	70 %	26 %	4 %
La temática del juego (mejillón dorado como especie exótica invasora) requiere de los aportes de muchas disciplinas (geografía, biología, historia, relaciones internacionales, etc.).	74 %	24 %	2 %



	Porcentaje de participantes		
	Muy de acuerdo/ De acuerdo	Más o menos de acuerdo/En desacuerdo/Muy en desacuerdo	No sabe/ No contesta
El juego es muy útil para aprender sobre la introducción de especies exóticas.	85 %	8 %	7 %
El juego es un buen recurso para aprender temas de geografía y biología.	85 %	13 %	2 %
En el juego hay una representación equitativa de género.	74 %	15 %	11 %

Fuente: elaboración propia.

En relación con los datos obtenidos sobre el atributo «Motivación y satisfacción», expuestos en el cuadro 5, la mayoría consideró que el juego era entretenido, estimulante, novedoso y con capacidad de despertar la curiosidad del usuario. El 80 % lo recomendaría a sus amigos y desearía que se desarrollara una segunda parte.

Cuadro 5. Evaluación del atributo «Motivación y satisfacción»

	Porcentaje de participantes		
	Muy de acuerdo/ De acuerdo	Más o menos de acuerdo/En desacuerdo/Muy en desacuerdo	No sabe/ No contesta
El videojuego despertó curiosidad.	75 %	21 %	4 %
El videojuego fue entretenido.	79 %	19 %	2 %
Fue una novedad usar un videojuego en el aula.	81 %	13 %	6 %
El juego estimula a llegar al final.	75 %	21 %	4 %
Volvería a jugar el videojuego.	66 %	30 %	4 %

	Porcentaje de participantes		
	Muy de acuerdo/ De acuerdo	Más o menos de acuerdo/En desacuerdo/Muy en desacuerdo	No sabe/ No contesta
Recomendaría el juego a amigos o amigas.	79 %	13 %	8 %
Quisiera que se elaborara una segunda parte del juego.	83 %	8 %	9 %

Fuente: elaboración propia.

Al consultar sobre los atributos relacionados con la «Interfaz e inmersión del juego» (véase cuadro 6), cerca del 80 % de los participantes encontraron atractiva la dinámica detectivesca y el estilo de los personajes del juego. La narrativa fue percibida como novedosa por la mayoría, y la música y efectos sonoros fueron considerados adecuados. En cuanto a la tipografía, el 70 % la consideró adecuada.

Cuadro 6. Evaluación del atributo «Interfaz e inmersión»

	Porcentaje de participantes		
	Muy de acuerdo/ De acuerdo	Más o menos de acuerdo/En desacuerdo/Muy en desacuerdo	No sabe/ No contesta
La interfaz gráfica es muy agradable.	90 %	8 %	2 %
Las ilustraciones representan de forma correcta el mensaje.	92 %	6 %	2 %
Los personajes tienen un estilo muy atractivo.	89 %	9 %	2 %
La narrativa del juego (agentes que viajan en el espacio y en el tiempo para resolver el problema) es novedosa.	83 %	15 %	2 %

	Porcentaje de participantes		
	Muy de acuerdo/ De acuerdo	Más o menos de acuerdo/En desacuerdo/Muy en desacuerdo	No sabe/ No contesta
La dinámica detectivesca resulta atractiva.	81 %	15 %	4 %
El tipo y tamaño de la tipografía (letra) son adecuados.	70 %	28 %	2 %
La música y los recursos sonoros son adecuados.	79 %	11 %	10 %

Fuente: elaboración propia.

4.2. Análisis del potencial del videojuego *Agentes del tiempo* para el abordaje interdisciplinar de las problemáticas ambientales

Como parte de la encuesta realizada, se solicitó a los participantes que expresaran su percepción sobre el grado de profundidad con que el videojuego les permitiría abordar temas específicos en clase. Según los resultados, detallados en el cuadro 7, la mayoría consideró que el videojuego facilitaba el tratamiento de la mayoría de los temas de manera moderada o profunda. Este resultado pone en evidencia el potencial del videojuego como herramienta educativa para tratar temas complejos y multidimensionales en el aula.

Cuadro 7. Evaluación de la percepción de los participantes sobre la profundidad con la que el videojuego permite abordar ciertos contenidos

	Porcentaje de participantes	
	Moderadamente/ Profundamente	Superficialmente
Metodología de investigación científica.	60 %	40 %
Hidrología del río Paraná.	64 %	36 %

	Porcentaje de participantes	
	Moderadamente/ Profundamente	Superficialmente
Proceso de potabilización del agua.	69 %	31 %
Fauna autóctona del río Paraná.	62 %	38 %
Diferenciación entre especies autóctonas y especies no autóctonas.	69 %	31 %
Pueblos originarios.	67 %	33 %
Costumbres del pueblo Chaná.	58 %	42 %
Definición de «malacología».	71 %	29 %
Concepto de «especie exótica invasora».	73 %	27 %
Descripción del mejillón dorado.	68 %	32 %
Comercio entre Argentina y sudeste asiático.	60 %	40 %
Transporte de cargas marítimo.	60 %	40 %
Necesidad de interdisciplina para abordar el problema.	64 %	36 %
Mujeres científicas.	62 %	38 %

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta las opiniones de los encuestados y el análisis del videojuego por parte de las autoras, se detecta que la perspectiva interdisciplinaria está presente de manera transversal, tanto en la temática elegida como en la historia que se desarrolla. En cuanto a la narrativa del juego, los *Agentes del tiempo* cuentan con perfiles de formación en ciencias naturales y sociales, colaborando entre sí en la investigación detectivesca y en la resolución del caso. Durante el transcurso del juego, se abordan diversos temas que entrelazan disciplinas muy variadas. Por ejemplo, se busca información sobre la fauna precolombina en las canoas utilizadas por los habitantes originarios de la región, facilitando a los usuarios la comprensión de la diferencia entre especies autóctonas y exóticas.

Por otro lado, la problemática del mejillón dorado es un desafío relacionado con la biodiversidad que requiere de la contribución de diversas disciplinas para su comprensión y

manejo. La introducción de especies exóticas que logran establecerse y reproducirse en un nuevo entorno puede generar impactos significativos en la biodiversidad, la cultura, la economía y/o la salud pública (Argentina.gob.ar, s. f.). El caso particular del mejillón dorado refleja que disciplinas de las ciencias naturales, como la malacología (estudio de los moluscos) y la limnología (estudio de los ambientes acuáticos continentales), son fundamentales para entender su ciclo de vida y características fisiológicas. No obstante, se necesita también del aporte de la historia del comercio exterior en Argentina para explicar cuándo y cómo llegó esta especie a la cuenca del río de la Plata. En este mismo sentido, la dimensión geopolítica del problema se visualiza en tratados internacionales como el Convenio de Gestión de Agua de Lastre, promovido por la Organización Marítima Internacional (OMI, 2023), que busca controlar la migración de especies acuáticas mediada por buques de un país a otro. Como en la mayoría de los problemas ambientales, es necesario adoptar un enfoque multidisciplinar para afrontarlo de modo efectivo.

Un aspecto relevante para destacar es la visibilización y valoración de los aportes femeninos en las actividades científicas. El equipo de agentes está conducido por una mujer, quien demuestra habilidades de liderazgo y toma de decisiones. Además, se incluyen como referencias los conocimientos de la malacóloga María Isabel Hylton Scott y de una historiadora, cuyas contribuciones resultan esenciales para la resolución del caso.

5. Discusión

El grado de compromiso de un jugador con un videojuego resulta de la combinación de sus atributos y, a su vez, constituye una meta, ya que es el medio para lograr un impacto educativo significativo (Pacheco-Velazquez *et al.*, 2024). En este trabajo se identificaron los atributos más relevantes que definen la experiencia de usuario del videojuego *Agentes del tiempo*. Uno de los puntos más favorables fue la facilidad de uso del videojuego. El avance de pantalla mediante la selección de una respuesta correcta entre tres opciones es un mecanismo simple y familiar para los usuarios. Esta cualidad, ya observada en otros trabajos (Amaya-Olarte *et al.*, 2024; EL Machtani EL Idrissi *et al.*, 2022), contribuye a que los jugadores se enfoquen de inmediato en el aprendizaje y no en comprender cómo utilizar la tecnología. En cambio, cuando se presenta dificultad para entender cómo funciona un juego tras el primer contacto, se requiere atravesar una curva de aprendizaje de las mecánicas antes de comenzar la experiencia formativa (Paniagua-Esquivel *et al.*, 2022).

Además, en el videojuego, las pistas incluidas en cada opción facilitaron una navegación intuitiva, evitando la necesidad de asistencia externa. Esta característica hace que el juego sea apropiado tanto para clases presenciales como para educación a distancia o en modelos de aula invertida (González-Zamar y Abad-Segura, 2020). Esta cualidad favorece la autonomía del estudiante, permitiéndole explorar y aprender a su propio ritmo sin depender constantemente de la guía del docente.

Otro aspecto relevante se refiere a la accesibilidad de la aplicación de *Agentes del tiempo* como un recurso móvil descargable, que no requiere ordenador ni internet para su uso. Los dispositivos tecnológicos pueden resultar una limitación a la hora de pensar en estrategias didácticas dentro del aula. De acuerdo con el informe de seguimiento de la educación en el mundo elaborado por la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO, 2023), el acceso a la tecnología es altamente desigual, con conexión a internet disponible solo en el 40 % de las escuelas de educación primaria, en el 50 % de las de primer ciclo de secundaria y en el 65 % de las de segundo ciclo de secundaria. En este sentido, la implementación de una aplicación móvil constituye una ventaja significativa, considerando que el teléfono móvil es el dispositivo más utilizado a nivel global (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INDEC], 2022; Instituto Nacional de Estadística [INE], 2024; Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2023; World Population Review, 2024).

En cuanto al interés que el juego puede generar en su uso pedagógico, *Agentes del tiempo* fue considerado entretenido y logró despertar la curiosidad de la mayoría de los participantes. Las características relacionadas con la motivación y el entusiasmo de los estudiantes por el aprendizaje son, sin lugar a duda, las más destacadas en los trabajos en los que se evalúa el uso de la metodología de aprendizaje basado en juegos (Cornellà Canals *et al.*, 2018; EL Machtani EL Idrissi *et al.*, 2022; Gómez Trigueros, 2018; Illescas-Cárdenas *et al.*, 2020; Martínez Navarro, 2017; Moral Pérez *et al.*, 2016; Moreno Fuentes, 2019).

Asimismo, se ha reportado que los estudiantes tienden a disfrutar más un juego cuando es fácil de utilizar y comprender (Amaya-Olarte *et al.*, 2024). Además, una experiencia satisfactoria con juegos educativos es un buen predictor del aprendizaje en los estudiantes (Espinosa-Curiel *et al.*, 2020). En este sentido, *Agentes del tiempo* no solo ofrece una experiencia lúdica atractiva, sino que también posee el potencial de fortalecer la conexión de los estudiantes con los contenidos educativos, favoreciendo un aprendizaje más dinámico y significativo.

La inmersión, otro atributo evaluado, abarca aspectos que conectan al usuario con el juego, como la interfaz gráfica y la narrativa, en este caso, de tipo detectivesca. En el videojuego, estos componentes fueron valorados positivamente, en línea con el estudio descrito por Martínez Soto *et al.* (2018), donde la resolución de un misterio resultó ser un elemento atractivo para los participantes. Esto contribuye de manera clave a la capacidad de cualquier juego para integrar de forma coherente todos los elementos del entorno gamificado (Aldemir *et al.*, 2018). Así, la combinación de una narrativa envolvente con una interfaz intuitiva no solo favorece la inmersión, sino que también potencia la motivación y el compromiso de los jugadores al incentivar la exploración.

El manejo de la frustración en un juego es crucial para el sostenimiento del interés del usuario. Los juegos que brindan un nivel adecuado de apoyo para la recuperación de errores favorecen el compromiso del jugador con la finalización de la partida (Pacheco-Velázquez *et al.*, 2024). En este contexto, se identificaron características de *Agentes del tiempo*

que requieren mejora. Cuando se agotan los intentos permitidos para responder, el juego retrocede a una pantalla demasiado lejana, lo que afecta a la motivación del usuario para completar el desafío. Por otro lado, el hecho de que algunos usuarios puedan avanzar en el juego por prueba y error limita su eficacia educativa.

Según Pacheco-Velázquez (2024), al evaluar juegos con un propósito educativo, como los juegos serios, el atributo con mayor peso en la valoración global es su capacidad para mejorar los niveles de conocimiento. Esto implica fortalecer la comprensión, desarrollar habilidades y ampliar el dominio de los jugadores sobre un tema específico. En cuanto a la transferencia de contenidos educativos en el videojuego en estudio, la mayoría de los participantes lo consideró útil para aprender temas de geografía y biología, especialmente sobre especies exóticas invasoras. Resulta llamativo que la invasión del mejillón dorado, un problema que afecta a la cuenca del río de la Plata desde hace más de treinta años, sea mayormente desconocida entre los encuestados. Se ha reportado previamente un cierto grado de desconocimiento y la presencia de errores conceptuales en la población sobre las invasiones biológicas (Schreck Reis *et al.*, 2013; Sosa *et al.*, 2021; Vilches *et al.*, 2016). Esta situación resalta la importancia de la educación ambiental y la necesidad de abordar la problemática de las especies invasoras desde una perspectiva integral. Un enfoque recomendado para su enseñanza es transmitir a los estudiantes que las invasiones biológicas no solo tienen impactos ecológicos, sino también económicos, sanitarios y culturales. Además, es fundamental concienciar sobre el rol activo de la ciudadanía en la prevención de la introducción de especies exóticas, fomentando una mayor responsabilidad y compromiso con el entorno (Kasulin, 2022; Guerra-Navarro, 2018;).

De acuerdo con Verbrugge y colaboradores (2021), existen diversas estrategias pedagógicas para abordar el tema de las especies invasoras, que van desde propuestas en el aula hasta trabajos de campo. No obstante, las actividades prácticas suelen ser más efectivas que las charlas teóricas, tanto dentro como fuera del aula. En esta línea, se han desarrollado propuestas didácticas y participativas dirigidas a adolescentes, como los talleres (Schreck Reis *et al.*, 2013) y los juegos educativos (Vilches *et al.*, 2015), que buscan fortalecer el conocimiento sobre estas especies y resaltar la importancia de la prevención. Un caso para destacar es el juego de tablero llamado *Vecinas invasoras*, que hace un tratamiento integral sobre la invasión de especies de plantas exóticas. Mediante una dinámica entretenida, el juego promueve la reflexión y la comprensión de todas las etapas del proceso de invasión biológica (Maubecin *et al.*, 2022). La utilización de la metodología del aprendizaje basado en juegos puede ayudar a mejorar la identificación de especies e incentivar la participación ciudadana en la conservación (Coroller y Flinois, 2023), incluso a través de juegos que no fueron diseñados específicamente con ese propósito (Donward *et al.*, 2017; Fisher *et al.*, 2021). Ejemplo de esto son las aplicaciones móviles basadas en la naturaleza que representan instrumentos valiosos para mediar y fortalecer la conexión con el entorno natural (Edwards y Larson, 2020). Además, las herramientas digitales permiten explorar diversos seres vivos y paisajes a los que no se puede acceder directamente, ampliando así las oportunidades de aprendizaje y sensibilización ambiental.

Una fortaleza detectada del videojuego *Agentes del tiempo* es su enfoque interdisciplinario. La presentación de un equipo de agentes con diferentes perspectivas científicas lo convierte en un medio eficaz para abordar la complejidad de las relaciones entre naturaleza y cultura en la educación ambiental (Gurevich, 2011). En particular, la problemática de las especies exóticas invasoras, como se mencionó antes, implica procesos complejos en los que intervienen diversos actores. Por este motivo, es indispensable la consideración de múltiples perspectivas para su tratamiento.

Por otro lado, la inclusión de figuras femeninas en los personajes y en las referencias científicas resalta el liderazgo de las mujeres en las ciencias. Esto coincide con la necesidad de contrarrestar el desarrollo de estereotipos de género en ciencia y tecnología desde edades tempranas (Miller *et al.*, 2024), contribuyendo así a la promoción de la igualdad de género en la educación.

Si bien el uso de juegos es una estrategia atractiva y motivadora, es importante tener en cuenta que no garantiza por sí sola una mejora en el rendimiento o el compromiso de los estudiantes por el aprendizaje (Imlig-Iten y Petko, 2018; Kyewski y Krämer, 2018). Se ha observado que la implementación de la metodología del aprendizaje basado en juegos es eficiente en estudiantes con predisposición al estudio, pero no resulta efectiva en aquellos que carecen de dicho interés (Labrador y Villegas, 2016). Para lograr efectos psicológicos como el deseo de competencia y la autonomía, se requiere un diseño cuidadoso y la inclusión táctica de elementos específicos, como puntuaciones o retroalimentación (Sailer *et al.*, 2017). Además, en la aplicación de la metodología del aprendizaje basado en juegos, la evaluación formativa permanente y las devoluciones de parte del docente son claves para obtener información sobre el progreso de los estudiantes y asegurar la eficacia que se espera del proceso (Christopoulos y Mystakidis, 2023). Por lo tanto, *Agentes del tiempo* debe integrarse en un contexto pedagógico bien fundamentado que prepare a los estudiantes para la incorporación de nuevos contenidos y monitoree sus progresos con el objetivo de que sus beneficios se traduzcan en un aprendizaje significativo.

Por otra parte, se deben considerar algunas limitaciones de este estudio. En primer lugar, se observa una diferencia entre el público objetivo del videojuego y la muestra encuestada. Si bien el juego fue diseñado para adolescentes, la experiencia de usuario se evaluó entre docentes en formación. Esta discrepancia puede influir en la percepción del juego y en la interpretación de sus efectos educativos. En segundo lugar, en este trabajo no se indagó en qué medida el juego fomentaba el pensamiento crítico sobre la conservación de la biodiversidad y la introducción de especies exóticas invasoras. Esto podría llevar a una sobreestimación de sus potencialidades educativas. Estudios previos han señalado que los juegos serios no siempre generan una diferencia significativa en el desarrollo del pensamiento profundo en comparación con otros métodos de enseñanza (Imlig-Iten y Petko, 2018). Una evaluación de la incorporación de los contenidos de *Agentes del tiempo* que incluya un análisis pre- y posexposición al juego, así como la comparación con grupos control, podría proporcionar una noción acerca de la experiencia de aprendizaje derivada del juego en el

público objetivo. Finalmente, no se consultó a los participantes sobre la frecuencia con que usaban videojuegos. Este factor puede influir en la valoración de la experiencia de usuario, ya que quienes tienen una mayor familiaridad con los videojuegos podrían percibir la mecánica del juego de manera diferente a quienes tienen poca o ninguna experiencia previa (González Sánchez *et al.*, 2012).

6. Conclusiones

Este estudio evaluó el potencial del videojuego *Agentes del tiempo* como herramienta educativa en la enseñanza ambiental, con un enfoque interdisciplinar. Se recolectaron y analizaron las experiencias de usuario de docentes en formación del profesorado de Geografía y Biología de nivel primario de la ciudad de Rosario (Argentina).

Los resultados indican que, en términos generales, la experiencia de usuario fue satisfactoria. La mayoría de los participantes expresó que las acciones y preguntas propuestas en el juego eran claras y comprensibles, lo que facilitó su interacción y comprensión del funcionamiento. Asimismo, la duración del juego fue percibida como adecuada, permitiendo un desarrollo fluido.

Además, el juego fue muy bien valorado en términos de entretenimiento, ya que logró captar la atención de los jugadores y despertar su curiosidad a lo largo de la experiencia. La mayoría de los encuestados manifestó que estarían dispuestos a recomendarlo y a jugar una posible segunda parte. La narrativa fue considerada novedosa, destacándose la dinámica detectivesca como un elemento motivador. Del mismo modo, el estilo de los personajes, la música y los efectos sonoros fueron calificados como atractivos y bien logrados, contribuyendo a una experiencia inmersiva y envolvente.

Entre los aspectos a mejorar, se recomienda optimizar las estrategias para mantener la motivación de los jugadores tras respuestas incorrectas y minimizar el avance basado en prueba y error.

Los participantes de la encuesta consideraron que el juego era efectivo para aprender contenidos de geografía y biología, en particular sobre la introducción de especies exóticas. Esta característica resulta especialmente relevante, dado el desconocimiento detectado acerca de la historia del mejillón dorado y la necesidad de recursos que ayuden a los estudiantes a comprender la diferencia entre especies autóctonas y exóticas.

Desde otra perspectiva, tras el análisis realizado, se destaca que *Agentes del tiempo* integra diversas disciplinas, combinando ciencias naturales y sociales para abordar la problemática ambiental planteada de manera integral. La invasión del mejillón dorado es tratada desde perspectivas biológicas, históricas y geopolíticas, reforzando la importancia del enfoque interdisciplinar en la educación ambiental. Esto posibilita que los docentes profun-

dicen en aquellos aspectos que consideren más relevantes para sus clases. En este sentido, con el objeto de contribuir a un aprendizaje profundo y significativo, se recomienda que la implementación de *Agentes del tiempo* se realice dentro de un marco pedagógico sólido que promueva la lectura atenta de los textos del juego y la asimilación de los contenidos presentados.

A modo de cierre, dado que existen pocos videojuegos educativos con un enfoque interdisciplinario en la educación ambiental (Di Capua, 2024), *Agentes del tiempo* representa una alternativa con alto potencial no solo para transmitir conocimientos, sino también para despertar el interés y la curiosidad de los usuarios por la biodiversidad y la experimentación tecnológica. Los hallazgos de este estudio sugieren la importancia de continuar explorando el desarrollo de videojuegos educativos interdisciplinarios, especialmente en el ámbito de la educación ambiental, ya que constituyen una herramienta efectiva y atractiva para involucrar a los estudiantes en temas de gran relevancia social y científica.

Referencias bibliográficas

- Aldemir, T., Celik, B. y Kaplan, G. (2018). A qualitative investigation of student perceptions of game elements in a gamified course. *Computers in Human Behavior*, 78, 235-254. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.10.001>
- Alsawaier, R. S. (2018). The effect of gamification on motivation and engagement. *The International Journal of Information and Learning Technology*, 35(1), 56-79. <https://doi.org/10.1108/IJILT-02-2017-0009>
- Amaya-Olarte, N., Torres-Barreto, M. L. y Plata-Gómez, K. R. (2024). Análisis de una experiencia de aprendizaje basada en juegos digitales. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 26, 1-18. <https://doi.org/10.24320/redie.2024.26.e08.5031>
- Argentina.gob.ar. (s. f.). *Especies exóticas invasoras*. [https://www.argentina.gob.ar/ambiente/biodiversidad/exoticas-invasoras/eei#:~:text=Las%20especies%20ex%C3%B3ticas%20invasoras%20\(EEL,causas%20de%20p%C3%A9rdida%20de%20biodiversidad](https://www.argentina.gob.ar/ambiente/biodiversidad/exoticas-invasoras/eei#:~:text=Las%20especies%20ex%C3%B3ticas%20invasoras%20(EEL,causas%20de%20p%C3%A9rdida%20de%20biodiversidad)
- Barz, N., Benick, M., Dörrenbächer-Ulrich, L. y Perels, F. (2024). The effect of digital game-based learning interventions on cognitive, metacognitive, and affective-motivational learning outcomes in school: a meta-analysis. *Review of Educational Research*, 94(2), 193-227. <https://doi.org/10.3102/00346543231167795>
- Borrás Gené, O., Martínez Núñez, M. y Fidalgo Blanco, Á. (2016). New challenges for the motivation and learning in engineering education using gamification in MOOC. *International Journal of Engineering Education*, 32(1), 501-512. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84959358012&partnerID=tZOTx3y1>

- Capua, C. di. (2024). Relevamiento de juegos para el abordaje lúdico de la educación ambiental. *Geograficando*, 20(2), 1-14. <https://doi.org/10.24215/2346898Xe165>
- Christopoulos, A. y Mystakidis, S. (2023). Gamification in Education. *Encyclopedia*, 3(4), 1.223-1.243. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia3040089>
- Cornellà Canals, P. y Estebanell Minguell, M. (2018). GaMoodlification: Moodle al servicio de la gamificación del aprendizaje. *Campus Virtuales: Revista Científica Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 7(2), 9-25. <http://www.uajournals.com/campusvirtuales/images/numeros/13.pdf>
- Coroller, S. y Flinois, C. (2023). Video games as a tool for ecological learning: the case of Animal Crossing. *Ecosphere*, 14(3). <https://doi.org/10.1002/ecs2.4463>
- Čubela, D., Rossner, A. y Neis, P. (2023). Using problem-based learning and gamification as a catalyst for student engagement in data-driven engineering education: a report. *Education Sciences*, 13, 1-12. <https://doi.org/10.3390/educsci13121223>
- Darrigran, G., Custodio, H., Legarralde, T. I. y Vilches, A. M. (2023). Colecciones biológicas y virtualidad: un recurso para la enseñanza de la biodiversidad. *Bio-grafía*, 16(30), 132-141. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.16.num30-17823>
- Darrigran, G., Vilches, A. M. y Legarralde, T. I. (2008). Desinterés del pasado, decisiones del futuro: educación para prevenir las invasiones biológicas. *Revista de Educación en Biología*, 11(1), 37-44. <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v11.n1.23104>
- Dorward, L. J., Mittermeier, J. C., Sandbrook, C. y Spooner, F. (2017). Pokémon Go: benefits, costs, and lessons for the conservation movement. *Conservation Letters*, 10(1), 160-165. <https://doi.org/10.1111/conl.12326>
- Echeverría Maggi, D. X. (2014). *Análisis de jugabilidad de videojuegos educativos orientados a niños con Síndrome de Down* (Master's tesis, Universidad del Azuay). <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/4088>
- Edwards, R. C. y Larson, B. M. H. (2020). When screens replace backyards: strategies to connect digital-media-oriented young people to nature. *Environmental Education Research*, 26(7), 950-968. <https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1776844>
- EL Machtani EL Idrissi, W., Chemsí, G., EL Kababi, K. y Radid, M. (2022). The impact of serious game on the nursing students' learning, behavioral engagement, and motivation. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(01), 18-35. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i01.26857>
- Espinosa-Curiel, I. E., Pozas-Bogarin, E. E., Martínez-Miranda, J. y Pérez-Espinosa, H. (2020). Relationship between children's enjoyment, user experience satisfaction, and learning in a serious video game for nutrition education: empirical pilot study. *JMIR Serious Games*, 8(3). <https://doi.org/10.2196/preprints.21813>
- Estellés Miguel, S., Rius Sorolla, G., Palmer Gato, M. y Albarracín Guillem, J. (2017). Gamificación en formación en empresas. *Dirección y Organización*, 62, 35-40. <https://doi.org/10.37610/dyo.v0i0.508>
- Evans, F., Spinelli, A. T., Zapiain, E. A., Massa, S. M. y Soriano, F. (2016). Proceso de desarrollo de Serious Games. Diseño centrado en el usuario, jugabilidad e inmersión. 3.^{er} Congreso Argentino de Ingeniería y 9.º Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería. República Argentina.

https://www.researchgate.net/publication/326156974_PROCESO_DE_DESARROLLO_DE_SERIOUS_GAMES_DISEÑO_CENTRADO_EN_EL_USUARIO_JUGABILIDAD_E_INMERSION

- Jiménez Alcázar, J. F., Rodríguez, G. F. y Maris Massa, S. (Coords.). (2020). *Historia, videojuegos y educación: nuevas aportaciones*. Colección Historia y Videojuegos. <https://www.historyayvideojuegos.com/wp-content/uploads/2020/03/093.pdf>
- Fernández Olivero, E. D. y Simón Medina, N. M.^a (2022). Revisión bibliográfica sobre el uso de metodologías activas en la formación profesional. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 30, 131-155. <http://doi.org/10.18172/con.5362>
- Fisher, J. C., Yoh, N., Kubo, T. y Rundle, D. (2021). Could Nintendo's Animal Crossing be a tool for conservation messaging? *People and Nature*, 3(6), 1.218-1.228. <https://doi.org/10.1002/pan3.10240>
- Furman, M. (2021). *Enseñar distinto: guía para innovar sin perderse en el camino*. Siglo XXI Editores.
- García Jiménez, M. G. (2022). El docente y la educación ambiental en México. En T. Chicaiza Villaba, S., García Jiménez y C. J. Núñez Rodríguez (Eds.), *Cambio climático. acuerdos y contradicciones*. Editorial Abya-Yala, pp. 175-193. <https://doi.org/10.7476/9789978108178.0010>
- Gellon, G., Feher, E. R., Furman, M. y Golombek, D. (2005). *La ciencia en el aula: lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Siglo XXI Editores. <https://www.educ.ar/recursos/151551/la-ciencia-en-el-aula-lo-que-nos-dice-la-ciencia-sobre-como-ensearla>
- Gómez Trigueros, I. M.^a. (2018). Gamificación y tecnologías como recursos y estrategias innovadores para la enseñanza y aprendizaje de la historia. *Revista Educação & Formação*, 3(8), 3-16. <https://doi.org/10.25053/redufor.v3i8.267>
- González González, C. S. (2014). Estrategias para trabajar la creatividad en la educación superior: pensamiento de diseño, aprendizaje basado en juegos y en proyectos. *Revista de Educación a Distancia*, 40. <http://www.um.es/ead/red/40/>
- González Sánchez, J. L. y Gutiérrez Vela, F. L. (2014). Jugabilidad como medida de calidad en el desarrollo de videojuegos. *I Congreso de la Sociedad Española para las Ciencias del Videojuego* (pp. 147-158), Universidad de Granada. https://ceur-ws.org/Vol-1196/cosecivi14_submission_23.pdf
- González Sánchez, J. L., Gutiérrez Vela, F. L., Motero Simarro, F. y Padilla-Zea, N. (2012). Playability: analysing user experience in video games. *Behaviour & Information Technology*, 31(10), 1.033-1.054. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2012.710648>
- González-Zamar, M. y Abad-Segura, E. (2020). El aula invertida: un desafío para la enseñanza universitaria. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 20(11), 75-91. <https://doi.org/10.60020/1853-6530.v11.n20.27449>
- Guerra-Navarro, C. (2018). *Material didáctico sobre especies exóticas invasoras en Argentina*. FAO/Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología/Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. <https://www.educ.ar/recursos/132614/material-didactico-sobre-especies-exoticas-invasoras-en-argentina>
- Guerrero Tamayo, K. (2024). *El diálogo de saberes en educación ambiental: un estudio sobre procesos de construcción de conocimientos y su relación con las TIC en escuelas secundarias de zonas rurales y urbanas en la provincia de Buenos Aires* (Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata). <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/163167>

- Gurevich, R. (2011). La cuestión ambiental y sus derivas educativas. En R. Gurevich (Comp.), *Ambiente y educación: una apuesta al futuro* (pp. 17-40). Paidós.
- Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J. y Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: an empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers & Human Behavior*, 54, 170-179. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.045>
- Illescas-Cárdenas, R., García-Herrera, D., Erazo-Álvarez, C. y Erazo-Álvarez, J. (2020). Aprendizaje basado en juegos como estrategia de enseñanza de la matemática. *Cienciamatría*, 6(1), 533-552. <https://doi.org/10.35381/cm.v6i1.345>
- Imlig-Iten, N. y Petko, D. (2018). Comparing serious games and educational simulations: effects on enjoyment, deep thinking, interest and cognitive learning gains. *Simulation & Gaming*, 49(4), 401-422. <https://doi.org/10.1177/1046878118779088>
- INDEC. (2022). *Acceso y uso de tecnologías de la información y la comunicación. Informes técnicos*, 7(95). <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-4-26-71>
- INE. (2024). *Encuesta sobre equipamiento y uso de tecnologías de información y comunicación en los hogares*. https://www.ine.es/dyngs/INEbase/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176741&menu=ultiDatos&idp=1254735976608
- INEGI. (2023). *Encuesta nacional sobre disponibilidad y uso de tecnologías de la información en los hogares*. <https://www.inegi.org.mx/programas/endutih/2023/>
- ISO. (s. f.). *Norma 9241-210:2019*. <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9241:-210:ed-2:v1:en>
- Kasulín, I. (Coord.). (2022). *Estrategia nacional sobre especies exóticas invasoras* (1.ª ed.). FAO/GEF/Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina. Dirección de Fauna Silvestre. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ennei.pdf>
- Krath, J., Schürmann, L. y Korflesch, H. F. von. (2021). Revealing the theoretical basis of gamification: a systematic review and analysis of theory in research on gamification, serious games and game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106963>
- Kroski, E. (2020). What is a digital breakout game? *Library Technology Reports*, 56(3), 5-7. <https://journals.ala.org/index.php/ltr/article/download/7315/10044>
- Kyewski, E. y Krämer, N. (2018). To gamify or not to gamify? An experimental field study of the influence of badges on motivation, activity, and performance in an online learning course. *Computers & Education*, 118, 25-37. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.11.006>
- Labrador, E. y Villegas, E. (2016). Unir gamificación y experiencia de usuario para mejorar la experiencia docente. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19(2), 125-142. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.19.2.15748>
- Lei núm. 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=634068
- Ley 1549, de 5 de julio de 2012 (Diario Oficial, año CXLVIII, núm. 48482). Colombia. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1683174>

- Ley 27621, del 13 de mayo de 2021, para la implementación de la educación ambiental en la República Argentina (Boletín Nacional, de 3 de junio de 2021). Honorable Congreso de la Nación Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27621-350594>
- Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, del 28 de enero de 1988 (Diario Oficial de la Federación). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, México. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- López, M. Y. L. (2019). La importancia de la gamificación como técnica de enseñanza aprendizaje a nivel superior. *Insigne Visual. Revista del Colegio de Diseño Gráfico*, 4(24), 49-58. <http://www.apps.buap.mx/ojs3/index.php/insigne/article/view/1442/1046>
- López, A. P., Juliá, J. P., Quiroga, P. A., Ortiz, D. y Giordano Leiva, J. A. (2010). Reconocimiento y valoración de flora avifauna nativas en estudiantes de secundaria. La problemática de las exóticas: experiencia y desarrollo de actividades. *Revista de Educación en Biología*, 13(2), 52-56. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/22302/21901>
- López Raventós, C. (2016). El videojuego como herramienta educativa. Posibilidades y problemáticas acerca de los serious games. *Apertura*, 8(1), 1-15. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-61802016000200010&script=sci_arttext
- Luzardo, A., Azevedo, B. de, Mateo-Berganza Díaz, M. M., Becerra, L., Funes, G., Santoro, M., Penix-Tadsen, P. y Pison, J. P. (2019). *Los videojuegos no son un juego: los desconocidos éxitos de los estudios de América Latina y el Caribe*. <http://dx.doi.org/10.18235/0001869>
- Manzano León, A., Sánchez Sánchez, M., Trigueros Ramos, R., Álvarez Hernández, J. y Aguilar-Parra, J. M. (2020). Gamificación y Breakout Edu en formación profesional. El programa «Grey Place» en integración social. *EDMETIC. Revista de Educación Mediática y TIC*, 9(1), 1-20. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v9i1.12067>
- Martínez Navarro, G. (2017). Tecnologías y nuevas tendencias en educación: aprender jugando. El caso de Kahoot. *Opción*, 33(83), 252-277. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6228338>
- Martínez Soto, J. M., Egea Vivancos, A. y Arias Ferrer, L. (2018). Evaluación de un videojuego educativo de contenido histórico. La opinión de los estudiantes. *RELATEC. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 17(1). <https://doi.org/10.17398/1695-288X.17.1.61>
- Maubecin, C., Ferreras, A. E., Córdoba, S. A., Ferreiro, G., Baranzelli, M. C., Renny, M. E. y Paiaro, V. (2022). *Vecinas invasoras: un juego didáctico para comprender cómo conquistan el mundo las plantas exóticas*. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. <http://hdl.handle.net/11336/166425>
- Menéndez, P. (2024). *Educación para la vida: guía basada en la experiencia para pensar juntos la escuela que queremos (y necesitamos)*. Siglo XXI Editores.
- Miller, D. I., Lauer, J. E., Tanenbaum, C. y Burr, L. (2024). The development of children's gender stereotypes about STEM and verbal abilities: a preregistered meta-analytic review of 98 studies. *Psychological Bulletin*, 150(12), 1.363-1.396. <https://doi.org/10.1037/bul0000456>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y el Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes. (s. f.). *Plan de Acción de Educación Ambiental para la Sostenibilidad (2021-2025)*. <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/plan-accion-educacion-ambiental.html>

- Moral Pérez, M. E. del, Fernández García, L. C. y Guzmán-Duque, A. P. (2016). Proyecto Game to Learn: aprendizaje basado en juegos para potenciar las inteligencias lógico-matemática, naturalista y lingüística en primaria. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 49, 177-193. <https://www.redalyc.org/pdf/368/36846509013.pdf>
- Moreno Fuentes, E. (2019). El «Breakout EDU» como herramienta clave para la gamificación en la formación inicial de maestros/as. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 67, 66-79. <https://doi.org/10.21556/edutec.2018.66.1247>
- Navarro-Adelantado, V. y Pic, M. (2021). Gameplay clues for motor interactions in a TriadGame. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 21(82), 355-374. <https://pdfs.semanticscholar.org/1acd/2a42aeafbc55266730c1d74e3a084895104.pdf>
- OMI. (2023). *Implantación del convenio sobre la gestión del agua de lastre*. <https://www.imo.org/es/MediaCentre/HotTopics/Paginas/Implementing-the-BWM-Convention.aspx>
- Pacheco-Velazquez, E., Rodes-Paragarino, V., Bester, A. y Rabago-Mayer, L. (2024). A new methodology to determine the importance of game attributes. *International Journal of Serious Games*, 11(4), 41-56. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v11i3.802>
- Paniagua-Esquivel, C., Rodríguez, R. A. y Fornaguera-Trías, J. (2022). Análisis de la jugabilidad en un ambiente virtual colaborativo: estudiantes de preescolar como personas usuarias expertas. *Diálogos Pedagógicos*, 20(39), 95-116. [https://doi.org/10.22529/dp.2022.20\(39\)06](https://doi.org/10.22529/dp.2022.20(39)06)
- Rienzo, A. y Cubillos, C. (2020). Playability and player experience in digital games for elderly: a systematic literature review. *Sensors*, 20(14). <https://doi.org/10.3390/s20143958>
- Rincon-Flores, E. G., Gallardo, K. y Fuente, J. M.^a de la. (2018). Strengthening an educational innovation strategy: processes to improve gamification in a calculus course through performance assessment and meta-evaluation. *International Electronic Journal of Calculus Education*, 13, 1-11. <https://doi.org/10.12973/iejme/2692>
- Sailer, M., Hence, J. U., Mayr, S. K. y Mandl, H. (2017). How gamification motivates: an experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers & Human Behavior*, 69, 371-380. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033>
- Salas López, J. E. (2017). *Aprendizaje basado en juegos para la educación ambiental sobre biodiversidad* (Tesis de Maestría). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá (Colombia). <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/977>
- Schreck Reis, C., Marchante, H., Freitas, H. y Marchante, E. (2013). Public perception of invasive plant species: assessing the impact of workshop activities to promote young students' awareness. *International Journal of Science Education*, 35(4), 690-712. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2011.610379>
- Sosa, A. J., Jiménez, N. L., Faltlhauser, A. C., Righetti, T., Mc Kay, F., Bruzzzone, O. A., Stiers, I. y Fernández Souto, A. (2021). The educational community and its knowledge and perceptions of native and invasive alien species. *Scientific Reports*, 11(1), 1-12. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00683-y>
- UNESCO. (2023). *Resumen del informe de seguimiento de la educación en el mundo 2023: tecnología en la educación: ¿una herramienta en los términos de quién?* https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386147_spa

- Verbrugge, L. N. H., Dawson, M. I., Gettys, L. A., Leuven, R. S. E. W., Marchante, H., Marchante, E., Nummi, P., Rutenfrans, A. H. M., Schneider, K. y Vanderhoeven, S. (2021). Novel tools and best practices for education about invasive alien species. *Management of Biological Invasions*, 12(1), 8-24. <https://doi.org/10.3391/mbi.2021.12.1.02>
- Vílches, A. M., Legarralde, T. I., Guadagno, L., Acosta, R. B., Barra, R., Custodio, H., Fernández, J., Galvan, E., Molina, M. y Darrigran, G. A. (2015). Las invasiones biológicas no son un juego. *Ciencia Hoy*, 24. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/163830>
- Vílches, A. M., Legarralde, T. I., Ramírez, S. y Darrigran, G. A. (2016). Conocimiento y valoración de la biodiversidad en estudiantes del último año de profesorado de biología y geografía de Argentina. *Revista de Educación en Biología*, 18(2), 1-13. <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v18.n2.22470>
- World Population Review. (2024). *Cell Phones by Country 2024*. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/cell-phones-by-country>

ID Cecilia Beatriz Di Capua. Docente e investigadora de la Universidad Nacional de Rosario (Argentina). Bioquímica, doctora en Ciencias Biológicas y especialista en Educación de las Ciencias Experimentales por la Universidad Nacional de Rosario. Es docente e investigadora en el área de Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas de la Universidad Nacional de Rosario y forma parte de la Dirección de Comunicación de la Ciencia, dependiente del área de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de la misma universidad. Coordina el equipo de la iniciativa Ciencia Maravilla, orientada a promover la educación en ciencias en todos los niveles educativos mediante el diseño de recursos didácticos con un enfoque interdisciplinario y la implementación de proyectos de investigación educativa.

ID María Soledad Casasola. Docente e investigadora de la Universidad Nacional de Rosario (Argentina). Máster Oficial en Comunicación y Educación en la Red, con especialización en Comunicación Digital en la Educación por la Facultad de Educación de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (España), y licenciada en Comunicación Social por la Universidad Nacional de Rosario, entre otros trayectos de formación. Directora de Comunicación de la Ciencia en el área de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de la Universidad Nacional de Rosario. Además, es docente e investigadora de grado y posgrado en instituciones universitarias de Argentina y El Salvador. Desde 2017, en la Universidad del Gran Rosario, trabaja como asesora educacional del Área Virtual, además de ser docente del Profesorado Universitario y coordinadora tecnológica de dos maestrías. Con más de veinte años de experiencia, ha participado en el diseño, la planificación y la ejecución de proyectos de educación a distancia en universidades públicas y privadas, así como en empresas e instituciones.

Contribución de autoras. Revisión de literatura (estado del arte), recolección y análisis de datos, elaboración de la discusión y conclusiones: C. B. D. C. Diseño del proyecto, metodología y revisiones finales: C. B. D. C. y M. S. C.

El uso de «videojuegos serios» para la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias: una cartografía conceptual

Mónica Urrutia-Reyes (autora de contacto)

*Estudiante de posgrado en la Facultad de Informática de la
Universidad Autónoma de Querétaro (México)*

murrutia05@alumnos.uaq.mx | <https://orcid.org/0009-0009-4644-0451>

Ana Marcela Herrera-Navarro

*Profesora de tiempo completo en la Facultad de Informática
de la Universidad Autónoma de Querétaro (México)*

mherrera@uaq.mx | <https://orcid.org/0000-0001-7711-9585>

Extracto

En la era digital actual, los «videojuegos serios» se han convertido en herramientas efectivas para abordar una variedad de condiciones psicológicas y físicas, como el estrés, la ansiedad y los trastornos del estado de ánimo, así como para prevenir y tratar el consumo de sustancias.

Este trabajo presenta un análisis detallado del concepto de «videojuego serio» en la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias por medio de la metodología de la cartografía conceptual, a través de sus ocho ejes fundamentales, para proporcionar una visión completa del tema.

Se destaca la integración de teorías de la personalidad en estos videojuegos, como la teoría cognitivo-social, de sensibilización al incentivo y de la autodeterminación, junto con la aplicación de métodos de diseño centrados en el usuario. Estos métodos facilitan la comprensión de las motivaciones, las actitudes y las percepciones de los usuarios (hombres y mujeres) y permiten el desarrollo de juegos que aborden de manera precisa los factores que influyen en el consumo de sustancias, lo que los convierte en una herramienta innovadora en la prevención y el tratamiento de adicciones.

Los «videojuegos serios» propician la reflexión y motivan cambios de comportamiento de una manera entretenida y accesible. Sin embargo, es importante que en su diseño y desarrollo mantengan un enfoque multidisciplinario y una metodología centrada en el usuario para que puedan considerarse como una estrategia efectiva en el campo de la salud mental y la adicción.

Palabras clave: videojuego serio; prevención; tratamiento; consumo de sustancias; intervención digital; educación para la salud; gamificación.

Recibido: 18-05-2024 | Aceptado: 19-12-2024 | Publicado (anticipado): 20-03-2025

Cómo citar: Urrutia-Reyes, M. y Herrera Navarro, A. M. (2025). El uso de «videojuegos serios» para la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias: una cartografía conceptual. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 31, 122-144. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.22325>

The use of «serious games» for the prevention and treatment of substance use: a conceptual mapping

Mónica Urrutia-Reyes (corresponding author)

*Postgraduate student at the Computer Science Faculty
of the Universidad Autónoma de Querétaro (Mexico)*

murrutia05@alumnos.uaq.mx | <https://orcid.org/0009-0009-4644-0451>

Ana Marcela Herrera-Navarro

*Full-time professor at the Computer Science Faculty
of the Universidad Autónoma de Querétaro (Mexico)*

mherrera@uaq.mx | <https://orcid.org/0000-0001-7711-9585>

Abstract

In the current digital era, «serious games» have become effective tools for addressing a variety of psychological and physical conditions, such as stress, anxiety, mood disorders, as well as for preventing and treating substance abuse.

This paper presents a detailed analysis of the concept of «serious games» in the prevention and treatment of substance abuse, through the methodology of conceptual mapping across its eight fundamental axes to provide a comprehensive view of the topic.

The integration of personality theories in these games is highlighted, such as social cognitive theory, incentive sensitization theory, and self-determination theory, along with the application of user-centered design methods. These methods facilitate understanding of user (men and women) motivations, attitudes, and perceptions, allowing for the development of games that accurately address the factors influencing substance abuse, making them an innovative tool in addiction prevention and treatment.

«Serious games» promote reflection and motivate behavior change in an engaging and accessible manner. However, it is important that their design and development maintain a multidisciplinary approach and a user-centered methodology, so that they can be considered an effective strategy in the field of mental health and addiction.

Keywords: serious games; prevention; treatment; substance use; digital intervention; health education; gamification.

Received: 18-05-2024 | Accepted: 19-12-2024 | Published (preview): 20-03-2025

Citation: Urrutia-Reyes, M. and Herrera Navarro, A. M. (2025). The use of «serious games» for the prevention and treatment of substance use: a conceptual mapping. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 122-144. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.22325>

Sumario

1. Introducción
2. Objetivo
3. Método
 - 3.1. Tipo de estudio
 - 3.2. Categorías de estudio
 - 3.3. Criterios para la selección de los documentos
 - 3.4. Fases del estudio
4. Resultados
 - 4.1. Noción
 - 4.2. Categorización
 - 4.3. Caracterización
 - 4.4. Diferenciación
 - 4.5. Clasificación
 - 4.6. Vinculación
 - 4.7. Metodología
5. Discusión y conclusiones

Nota: las autoras del artículo declaran que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este trabajo de investigación se han realizado de conformidad con las leyes y directrices institucionales pertinentes.

1. Introducción

Las «sustancias psicoactivas» son compuestos naturales o sintéticos que afectan al sistema nervioso y provocan cambios en las funciones que regulan el pensamiento, las emociones y el comportamiento (Rojas Piedra *et al.*, 2020). Su consumo es un grave problema de salud pública a nivel mundial que afecta a un gran porcentaje de la población. A corto plazo, como en el caso de una intoxicación, aumenta el riesgo de sufrir accidentes, agresiones y/o relaciones sexuales de riesgo. Su uso repetido y prolongado puede llevar al desarrollo de trastornos por dependencia, que son enfermedades crónicas y recurrentes, las cuales se encuentran entre las principales causas de mortalidad prematura y discapacidad en el continente americano. Con una tendencia creciente, en 2019, las psicopatologías vinculadas al consumo de sustancias ocuparon la novena posición en términos de años de vida perdidos por lesiones, la quinta causa de años vividos con discapacidad y la decimoquinta causa de mortalidad prematura (Martínez-Miranda y Espinosa-Curiel, 2022; Pan American Health Organization, 2021).

Se han diseñado distintos tipos de intervenciones respaldadas por la evidencia científica que han demostrado ser efectivas en la reducción del uso de sustancias y en mitigar sus impactos en la salud. En los últimos años se han creado aplicaciones basadas en la web o en teléfonos móviles como herramientas novedosas de prevención. Estos métodos virtuales brindan la oportunidad para acceder a individuos que, de otra manera, podrían no buscar o recibir ayuda profesional (Kapitány-Fövényi *et al.*, 2018). Dentro de estas intervenciones se encuentran los videojuegos serios, que han demostrado tener la capacidad de comunicar conceptos y hechos de diversos temas de modo efectivo.

Los videojuegos serios ofrecen la posibilidad de explorar nuevos mundos, al combinar entretenimiento con aprendizaje profundo en una única experiencia. Son capaces de crear una representación dramática de la situación estudiada. Debido a su accesibilidad y adaptabilidad están siendo utilizados en la actualidad para abordar diversas condiciones psicológicas y físicas, como el estrés, la ansiedad y los trastornos del estado de ánimo, así como para prevenir y tratar el consumo de sustancias, sobre todo en adolescentes y adultos jóvenes (Carvalho *et al.*, 2019; Hong *et al.*, 2023). Sin embargo, al ser una herramienta relativamente nueva, la evidencia empírica sobre su efectividad en el tratamiento de la salud mental sigue siendo limitada. La mayoría de las intervenciones carecen de validación científica robusta. Por ello, es crucial que futuros estudios académicos no solo evalúen los beneficios inmediatos de los videojuegos serios, sino que también examinen la generalización, la sostenibilidad y la pertinencia de los resultados en contextos reales (Gómez León, 2024).

2. Objetivo

El objetivo general (OG) de este estudio de investigación es el siguiente:

OG. Realizar un análisis conceptual sobre el uso de los videojuegos serios en la prevención o el tratamiento del consumo de sustancias a través de ocho ejes de análisis.

3. Método

3.1. Tipo de estudio

En este estudio se realizó una cartografía conceptual sobre el concepto de «videojuego serio» y su relación con la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias. La cartografía conceptual es un método cualitativo de análisis documental que permite sistematizar los resultados de la literatura científica especializada sobre un tema específico a través de ocho ejes de análisis: noción, categorización, caracterización, diferenciación, división, vinculación, metodología y ejemplificación.

Esta metodología resulta pertinente cuando se busca clarificar, desarrollar o ajustar un concepto a una nueva teoría o enfoque, tal como se aplica en este estudio de investigación (Ortega-Carbajal *et al.*, 2015; Tobon *et al.*, 2018).

3.2. Categorías de estudio

De acuerdo con la cartografía conceptual, cada uno de los ejes de análisis contiene preguntas orientadoras que sirven para analizar y organizar la información recolectada, tal y como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Ejes centrales de la cartografía conceptual

Eje de análisis	Pregunta central	Componentes
Noción	¿Cómo se definen los «videojuegos serios» desde la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias?	Definición de «videojuego serio» desde la prevención del consumo de sustancias.



Eje de análisis	Pregunta central	Componentes
Categorización	¿A qué clase mayor pertenece el concepto de «videojuego serio» relacionado con la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias?	Clase inmediata: - Definición. - Características. Clase subsiguiente: - Definición. - Características.
Caracterización	¿Cuáles son las características centrales del concepto de «videojuego serio» desde la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias?	Características clave del concepto. Explicación de cada característica.
Diferenciación	¿De qué otros conceptos similares se diferencia el concepto de «videojuego serio» utilizado en la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias?	Descripción y definición de otros conceptos similares. Diferencias puntuales del concepto central.
Clasificación	¿Cuáles son las diferentes subclases en las que se dividen los videojuegos relacionados con la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias?	Definición de los criterios para establecer cada subclase. Descripción de cada subclase.
Vinculación	¿Cómo se vinculan los «videojuegos serios» utilizados en la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias con teorías relacionadas con el comportamiento humano?	Descripción de las teorías relacionadas con el comportamiento humano que ayudan a comprender y aplicar el concepto central.
Metodología	¿Cuáles son los elementos metodológicos mínimos que requiere el desarrollo de un videojuego serio en la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias?	Elementos generales para el desarrollo de un «videojuego serio».
Ejemplificación	¿Cuál es un ejemplo relevante del uso de un «videojuego serio» en la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias?	Ejemplo concreto que ilustre la aplicación del concepto y aborde los pasos de la metodología.

Fuente: elaboración propia a partir de Tobon *et al.* (2018).

3.3. Criterios para la selección de los documentos

En esta primera etapa se seleccionaron las palabras clave y las bases de datos de consulta, que fueron las siguientes: ScienceDirect, PubMed y JMIR. Los términos de búsqueda que se aplicaron fueron: («serious games» OR «gamification») AND («alcohol» OR «substance use» prevention).

Los criterios de búsqueda de los documentos seleccionados fueron los siguientes:

- Incluir palabras clave de acuerdo con los términos de la búsqueda.
- Enforzarse en el uso de «videojuegos serios» o en estrategias de gamificación para la prevención o el tratamiento del consumo de sustancias.
- Que el documento tuviera autor/es, año y un responsable de edición.
- Que los artículos hubieran sido publicados en revistas científicas con revisión por pares durante el periodo 2019-2024.

3.4. Fases del estudio

Fase 1
Se buscaron las fuentes primarias pertenecientes a las bases de datos seleccionadas. De un total de 411 textos, se obtuvieron 358 registros en ScienceDirect, 10 en PubMed y 42 en JMIR.
Fase 2
Se recopilaron los documentos que cumplían con los criterios establecidos. Se descartaron 386 artículos que no se ajustaron a las pautas indicadas. Se seleccionaron 15 artículos para su revisión. Sin embargo, debido a los pocos resultados pertinentes encontrados, se realizó una búsqueda alternativa en las referencias bibliográficas de cada uno de los 15 artículos escogidos. Se utilizaron los mismos criterios de inclusión y exclusión. Como resultado de esta nueva búsqueda, se obtuvieron 8 documentos, que, al sumarse a los anteriores, incrementaron a 23 el número total de artículos que fueron empleados en las fases posteriores. En todos los documentos aceptados, el objeto de estudio versó sobre el análisis de un «videojuego serio» o una estrategia de gamificación, enfocados ambos en la prevención o el tratamiento del consumo de sustancias.
Fase 3
Se elaboró la cartografía conceptual en función de los ocho ejes de análisis seleccionados.

4. Resultados

A continuación, se presenta el análisis del concepto «videojuegos serios» en la prevención o el tratamiento del consumo de sustancias como el alcohol, siguiendo, paso a paso, la metodología de la cartografía conceptual a través de sus ocho ejes.

4.1. Noción

Para comprender el concepto de «videojuego serio», se requiere, a su vez, definir otros dos conceptos: «juego» y «videojuego». El «juego» es una actividad voluntaria que se realiza en un tiempo y espacio específicos, con reglas y objetivos establecidos y separados de la vida cotidiana. Al entrar en el juego, se acepta seguir sus reglas y afrontar los desafíos propuestos. Un juego debe ser divertido, expresivo y desligado de objetivos prácticos y utilitarios, al generar cierto grado de tensión y alegría entre los participantes. Además, permite tomar decisiones significativas que afectan a los resultados obtenidos dentro del juego, pero no en el mundo real (Carvalho *et al.*, 2019; Huizinga, 2016).

Por otro lado, un «videojuego» es un juego electrónico que se sirve de la tecnología informática para ser reproducido en una pantalla. Requiere de sistemas de respuesta háptica (*mouse*, teclado, *joystick*, etc.) para que el jugador pueda interactuar en tiempo real con la máquina y así participar en la actividad (Pereira Henríquez y Alonzo Zúñiga, 2017).

A diferencia de los videojuegos tradicionales, los videojuegos serios están diseñados para integrar el entretenimiento con la educación. Permiten practicar diferentes habilidades de manera segura y divertida para aplicarlas en la vida real. Han demostrado ser efectivos para mejorar conocimientos y habilidades cognitivas de resolución de problemas sin perder la motivación para aprender. Hacen uso de la inmersión, la narrativa y el juego de roles para cumplir sus objetivos. Fomentan el cambio de comportamientos específicos y son una gran herramienta para practicar de manera segura y entretenida situaciones de la vida real. Debido a esto, se investiga su uso en la promoción de la salud, el manejo de enfermedades y el bienestar emocional (Aneni *et al.*, 2023; Pentz *et al.*, 2019).

Los «videojuegos serios» se han utilizado para abordar diversas condiciones psicológicas y físicas, como el estrés, la ansiedad y los trastornos del estado de ánimo, así como para prevenir y tratar el consumo de sustancias. En ese contexto, buscan cambiar la percepción de riesgo relacionado con las drogas y el alcohol, desarrollar habilidades de rechazo y reducir daños relacionados con su uso. Tienen en cuenta factores sociales e individuales que afectan a este tipo de comportamiento para generar la narrativa y los desafíos que hay que vencer dentro del juego (Martínez-Miranda y Espinosa-Curiel, 2022; Nicholas *et al.*, 2022).

4.2. Categorización

A pesar de compartir elementos centrales con los videojuegos tradicionales, los «videojuegos serios» se diferencian por sus objetivos no recreativos. Al tener un objetivo diferente al entretenimiento y ser utilizados para enseñar, se convierten en algo más que un juego. El término utilizado en la mayoría de los artículos para categorizar un «videojuego serio» enfocado en la prevención y/o tratamiento de sustancias es el de «intervención digital».

Las intervenciones digitales describen cualquier acción o programa diseñado para influir en el comportamiento humano y proporcionar apoyo, educación o tratamiento por medio de la tecnología digital. Son prometedoras en el cuidado de la salud de adolescentes y adultos jóvenes, y pueden llegar a muchas más personas que las intervenciones cara a cara (Pentz *et al.*, 2019). Ofrecen mayor accesibilidad y viabilidad en entornos con recursos limitados y garantizan una entrega consistente y completa de su contenido. Ayudan a cuidar la privacidad, a reducir la estigmatización de temas relacionados con la salud, a monitorear el avance de los usuarios y a recabar información importante para futuras investigaciones (Martínez-Miranda y Espinosa-Curiel, 2022; Schilt *et al.*, 2022; Willmott *et al.*, 2019).

En la actualidad, las aplicaciones de salud móviles o mHealth se han convertido en una de las intervenciones digitales más populares. Están diseñadas para proporcionar servicios de salud, información médica, monitoreo, educación y apoyo en la gestión de enfermedades a través de dispositivos móviles como teléfonos inteligentes y tabletas. Las utilizan profesionales de la salud, pacientes y público en general (Luna-Perejon *et al.*, 2019; Martínez-Miranda y Espinosa-Curiel, 2022). Desafortunadamente, tienen bajos índices de participación y retención. Debido a esto, muchas de ellas buscan gamificar la intervención o crear un «videojuego serio» que motive a los usuarios a continuar utilizándolas (Zhang *et al.*, 2019).

También existen los programas de prevención basados en ordenador, diseñados para prevenir o reducir el riesgo de diversos problemas de salud y comportamientos no deseados, como el consumo de sustancias. Utilizan tecnología informática, como ordenadores, tabletas y teléfonos inteligentes, e información, consejos y actividades interactivas que ayudan a las personas a desarrollar habilidades y a adoptar comportamientos saludables. Frecuentemente, son utilizados en entornos educativos, comunitarios o clínicos. Se adaptan para satisfacer las necesidades específicas de diferentes poblaciones y también pueden gamificarse o presentarse en forma de «videojuego serio» para motivar su uso (Nicholas *et al.*, 2022; Willmott *et al.*, 2019).

En la prevención y el tratamiento del uso de sustancias, los «videojuegos serios» destacan como intervenciones digitales debido a sus objetivos educativos y terapéuticos. Estas intervenciones buscan modificar comportamientos mediante el uso de la tecnología. Las aplicaciones de salud móviles y los programas de prevención basados en ordenador son ejemplos prominentes de este enfoque. Ambas modalidades fomentan conductas saludables mediante diversas estrategias para aumentar su atractivo y motivar a los usuarios a continuar utilizándolas.

4.3. Caracterización

Los videojuegos se caracterizan por tener un objetivo distinto al entretenimiento. Combinan elementos de juego con contenidos educativos o terapéuticos para que el jugador aprenda o mejore en un área determinada mientras se divierte. Por lo tanto, su diseño debe contener ciertos elementos específicos que tomen en cuenta su propósito principal.

Es fundamental tener en cuenta que los «videojuegos serios» no están diseñados específicamente para jugadores experimentados, por lo que deben ser sencillos e intuitivos. Su accesibilidad es clave, lo que permite que cualquier persona pueda interactuar con ellos sin dificultad. A pesar de esta simplicidad, es esencial que mantengan un atractivo visual y una dificultad equilibrada que motive al jugador a seguir avanzando. Los desafíos deben ser lo suficientemente exigentes como para evitar el aburrimiento, pero no tan complicados que generen ansiedad (Carvalho *et al.*, 2019; Salvador-Gómez *et al.*, 2022). Estos juegos se basan en tres componentes clave que impulsan la motivación del jugador: el logro, la socialización y la inmersión. El logro refleja la sensación de progreso y éxito al cumplir metas o completar tareas. La socialización implica la interacción con otros jugadores o personajes dentro del juego.

Finalmente, la inmersión mide el grado en que el jugador se ve absorbido por la experiencia, lo que refuerza su concentración y compromiso (White *et al.*, 2023; Willmott *et al.*, 2019). Este último aspecto está estrechamente vinculado al concepto de «flujo», un estado de plena concentración y disfrute que se alcanza al participar en actividades intrínsecamente gratificantes (Salvador-Gómez *et al.*, 2022).

Por otro lado, los «videojuegos serios» necesitan una historia y una narrativa con la que los usuarios puedan identificarse. La historia se refiere a la secuencia de eventos o acciones que ocurren dentro del juego y es crucial que sea relevante para el contexto del jugador con la finalidad de que pueda identificarse con ella. La narrativa determina cómo se presenta y se cuenta la historia, lo que impacta en la percepción y en la relación del jugador con la trama. Puede incluir elementos como diálogos, cinemáticas, música y efectos de sonido que contribuyan a crear una experiencia inmersiva y envolvente. Ambas, historia y narrativa, permiten al jugador sumergirse en roles específicos, lo que le permite experimentar situaciones de la vida real en un entorno virtual seguro y, a su vez, desarrollar habilidades de manera realista y efectiva (Abraham *et al.*, 2023; Nicholas *et al.*, 2022).

Otro elemento fundamental en los «videojuegos serios» son los «personajes no jugadores» (*non-playable characters* [NPC]), que están controlados por el juego. Estos personajes desempeñan varios roles importantes. Pueden actuar como guías o instructores y proporcionar información, instrucciones o retroalimentación. También pueden demostrar habilidades o simular interacciones sociales relevantes para el objetivo del juego. En cualquiera de sus presentaciones, ayudan a los jugadores a tomar decisiones, a generar empatía y a adquirir perspectivas distintas (Hong *et al.*, 2020; Nicholas *et al.*, 2023).

En la prevención y el tratamiento del uso de sustancias, estos elementos están diseñados para ayudar al jugador a desarrollar el pensamiento crítico por medio del ensayo y el error, para tomar mejores decisiones, para evitar la presión social de los pares y para disminuir posibles consecuencias negativas en el mundo real. Ayudan a superar resistencias hacia comportamientos saludables, involucran a audiencias menos comprometidas y ofrecen información compleja de manera comprensible. Además, brindan material para reflexionar fuera del contexto del juego, ya sea en una sesión psicoterapéutica, en una consulta médica o en un salón de clase (Nicholas *et al.*, 2022, 2023).

Los «videojuegos serios» requieren de un diseño cuidadoso que asegure su efectividad y atractivo para los jugadores. La inclusión de elementos como la simplicidad, la motivación y la inmersión contribuyen significativamente a su capacidad de enseñar. La importancia de una historia y narrativa convincentes, así como la presencia de NPC con roles clave, subrayan la necesidad de crear experiencias envolventes y significativas dentro del juego. Estos elementos buscan fomentar el pensamiento crítico y cambios de comportamiento en el jugador.

4.4. Diferenciación

Los «videojuegos serios», considerados como intervenciones digitales, tienen una relación cercana con la «gamificación». Esta se define como la aplicación de elementos y mecánicas de juego en contextos no lúdicos para mejorar la participación, la motivación y el compromiso de las personas. Se utiliza en una gran variedad de áreas, como la educación, el marketing, la salud y el trabajo. Algunos de los elementos que incorpora son las recompensas digitales, los avatares, el aumento de nivel, la incertidumbre basada en la suerte y la competencia entre pares, por mencionar algunos. La diferencia principal entre ambos radica en su enfoque y alcance. La gamificación se centra en mejorar actividades existentes mediante la adición de elementos de juego, mientras que los «videojuegos serios» son juegos completos diseñados para un propósito específico más allá del entretenimiento (Bezençon *et al.*, 2023; LaBrie *et al.*, 2019; White *et al.*, 2023; Zhang *et al.*, 2019).

En la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias, se emplean diversas intervenciones digitales que pueden incorporar mecánicas de juegos para aumentar el compromiso de los usuarios, mejorar su experiencia y facilitar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades. Un ejemplo es la retroalimentación de normas entre pares (*personalized normative feedback* [PNF]). Esta intervención consiste en que los miembros de un grupo social responden a encuestas sobre las percepciones de la ingesta habitual de bebidas alcohólicas dentro del grupo para, luego, reportar sus propios hábitos. Como resultado, reciben gráficos personalizados que destacan las discrepancias entre lo que perciben sobre el uso del alcohol de sus pares y su comportamiento individual (Boyle *et al.*, 2022; LaBrie *et al.*, 2019).

Otro tipo de intervención digital que se utiliza en la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias que puede utilizar la gamificación es la modificación de sesgos cognitivos (*cognitive bias modification* [CBM]). Es utilizada en psicología y psiquiatría para modificar los patrones de atención de una persona por medio de un entrenamiento con la finalidad de desviar la atención de estímulos problemáticos a estímulos neutros. Su objetivo es cambiar los patrones de atención selectiva de una persona. Dentro del contexto de la ingesta de drogas, trata de modificar la forma en la que las personas procesan información para reducir la ansiedad o el deseo de consumir en situaciones desencadenantes, por lo que son mayormente utilizadas como parte de un tratamiento más completo cuando ya existe un problema de adicción. La aplicación de mecánicas de juego ayuda a disminuir la repetitividad de la tarea y a aumentar la motivación para no abandonar el entrenamiento (Carvalho *et al.*, 2019; Flaudias *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2019).

Los «videojuegos serios» y la gamificación comparten la aplicación de elementos de juego en contextos no lúdicos, pero tienen diferencias muy claras. Mientras los primeros se consideran juegos completos diseñados con propósitos específicos que van más allá del entretenimiento, la segunda busca mejorar las intervenciones ya existentes mediante la inclusión de mecánicas de juego. En la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias, las intervenciones digitales que incorporan ludificación, como el PNF y la CBM, demuestran ser eficaces al aumentar el compromiso y mejorar la experiencia del usuario, pero no pueden definirse como «videojuegos serios».

4.5. Clasificación

Con el objetivo de contribuir al análisis conceptual de los «videojuegos serios» en la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias, se propone una clasificación basada en el tipo del videojuego según su género.

Los juegos de rol (*rol-playing game* [RPG]) que emplean la narrativa digital interactiva (*interactive digital narrative* [IDN]) son los más utilizados en los «videojuegos serios». Estas narrativas permiten al usuario tomar decisiones que afectan al desarrollo de la trama y experimentar diferentes resultados basados en esas decisiones. Estos juegos son particularmente efectivos en la prevención del uso de sustancias, ya que involucran al jugador de manera activa en situaciones simuladas que reflejan el mundo real. Al tomar decisiones dentro de la narrativa interactiva, el jugador experimenta las consecuencias de sus acciones, lo que puede aumentar su conciencia sobre los riesgos y los efectos negativos asociados con dicho comportamiento. Además, al ofrecer diferentes resultados basados en las decisiones del jugador, la IDN proporciona oportunidades para aprender de los errores y explorar diferentes enfoques con la finalidad de afrontar situaciones similares que tengan lugar en la vida real (Abraham *et al.*, 2023; Aneni *et al.*, 2023; Engelbrecht *et al.*, 2022; Hong *et al.*, 2020, 2023; Nicholas *et al.*, 2023; Pentz *et al.*, 2019).

Las simulaciones también se utilizan frecuentemente en la creación de videojuegos serios. Estos juegos están diseñados para recrear experiencias realistas y se utilizan comúnmente con fines educativos, de entretenimiento y de análisis. A diferencia de las IDN, no se enfocan tanto en la narrativa, sino en cuestiones más específicas dentro del juego.

En el contexto de la prevención del consumo de sustancias, se han desarrollado juegos que imitan los efectos de la ingesta excesiva de alcohol. Los jugadores pueden experimentar virtualmente los efectos físicos de beber, como la disminución de la coordinación visomotora o la visión borrosa, entre otros, que, al final, llevan a perder la partida. Se utiliza para educar a los jugadores sobre los riesgos y peligros de abusar de las bebidas alcohólicas, así como para ayudar a desarrollar habilidades con las que resistir la presión del grupo y tomar decisiones más seguras en situaciones sociales parecidas (Carvalho *et al.*, 2019; Willmott *et al.*, 2019).

Existe otro tipo de «videojuegos serios» que buscan prevenir y tratar el consumo de sustancias. En los artículos revisados, se encontró un videojuego activado por movimiento que permitía hacer frente a diferentes tipos de drogas a través de golpes y patadas (Abroms *et al.*, 2019); otro sobre el cuidado de un avatar en forma de dragón personalizable, cuyo crecimiento reflejaba el progreso del usuario a la hora de dejar de fumar (White *et al.*, 2023); y una sala de escape digital que permitía aprender sobre comportamientos adictivos y de riesgo, mientras se encontraban pistas para poder escapar de ella (Bezençon *et al.*, 2023).

En la clasificación de «videojuegos serios» según su género, destacan dos estructuras:

- **IDN.** Permite una inmersión profunda en la historia, donde los jugadores participan activamente, toman decisiones que afectan a la trama y experimentan diversas ramificaciones de sus elecciones.
- **Juegos de simulación.** Representación realista de situaciones relacionadas con el consumo de sustancias.

Ambas estructuras, al involucrar a los jugadores, son eficaces, ya que promueven la reflexión, la conciencia y el desarrollo de habilidades para afrontar eventos similares en la vida real.

4.6. Vinculación

Para comprender plenamente el potencial de los «videojuegos serios» en la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias, es necesario explorar su vinculación con teorías y modelos del comportamiento. Estas proporcionan una base teórica sólida para diseñar intervenciones efectivas y basadas en la evidencia. En el cuadro 2, se describen las encontradas en la revisión de artículos.

Cuadro 2. Teorías y modelos utilizados en los «videojuegos serios» para la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias

Teoría o modelo	Descripción	Autores/as (año)
Teoría cognitivo-social	Explica cómo el aprendizaje ocurre a través de la observación e imitación de modelos, influenciado por procesos cognitivos, motivacionales, la autoeficacia percibida y la interacción entre la persona, el entorno y el comportamiento.	Abroms <i>et al.</i> (2019); Aneni <i>et al.</i> (2023); Engelbrecht <i>et al.</i> (2022); Hong <i>et al.</i> (2023); Martínez-Miranda y Espinosa-Curiel (2022); Nicholas <i>et al.</i> (2022, 2023).
Teoría de la sensibilización al incentivo	Sugiere que la exposición repetida a sustancias adictivas y a estímulos relacionados con estas provoca cambios neuroadaptativos que aumentan el riesgo de recaídas.	Martínez-Miranda y Espinosa-Curiel (2022); Vollstädt-Klein <i>et al.</i> (2020); Weber <i>et al.</i> (2023); White <i>et al.</i> (2023).
Teoría de la autodeterminación	Considera que las personas tienen una tendencia innata hacia el crecimiento personal y la integración social, por lo que buscan satisfacer sus necesidades psicológicas básicas de autonomía, competencia y relación para promover el bienestar y la autorregulación de su conducta.	Nicholas <i>et al.</i> (2022, 2023); White <i>et al.</i> (2023).
Teoría de la conducta planificada	Explora cómo las actitudes, las normas sociales y el control percibido influyen en las intenciones y en los comportamientos de las personas.	Aneni <i>et al.</i> (2023); Nicholas <i>et al.</i> (2022, 2023); Willmott <i>et al.</i> (2019).
Teoría del refuerzo de la motivación	Postula que las personas están motivadas a realizar y mantener en el futuro comportamientos que fueron reforzados de forma positiva.	Abroms <i>et al.</i> (2019); Martínez-Miranda y Espinosa-Curiel (2022).
Teoría de la motivación de protección	Sostiene que las personas están motivadas para protegerse a sí mismas y a sus seres queridos basándose en la percepción de riesgos y en los beneficios de determinadas situaciones.	Aneni <i>et al.</i> (2023); Hong <i>et al.</i> (2020); Martínez-Miranda y Espinosa-Curiel (2022).
Teoría de la influencia social	Las normas sociales percibidas influyen en el comportamiento individual, como el consumo de alcohol, ajustándose a la expectativa registrada del entorno social.	Hong <i>et al.</i> (2020, 2023); LaBrie <i>et al.</i> (2019).



Teoría o modelo	Descripción	Autores/as (año)
Teoría de juegos	Es un marco matemático que analiza interacciones estratégicas en las decisiones de los jugadores en entornos competitivos al considerar los movimientos de los demás y las posibles consecuencias de sus acciones.	Hong <i>et al.</i> (2020)
Modelo I-Change	Es un modelo de cambio de comportamiento que consta de tres etapas: conciencia, motivación y acción.	Lima-Serrano <i>et al.</i> (2021); Martínez-Miranda y Espinosa-Curiel (2022).

Fuente: elaboración propia.

Es importante vincular los videojuegos serios con una teoría del comportamiento para abordar diferentes aspectos del problema de manera integral. Proporcionan un marco teórico sólido para diseñar intervenciones efectivas que permitan comprender las motivaciones, actitudes y percepciones de los usuarios para así poder desarrollar juegos que aborden de manera precisa los factores que influyen en el consumo de sustancias. Además, se convierten en un marco de referencia para la evaluación y mejora continua de los juegos, lo que aumenta su efectividad y relevancia para el público objetivo. Como se observa en el cuadro 2, una gran cantidad de artículos se nutrieron de la teoría cognitivo-social.

4.7. Metodología

El desarrollo de un «videojuego serio» requiere ciertos elementos metodológicos mínimos para garantizar su efectividad y validez. En esta cartografía conceptual se revisa el marco sistemático e iterativo centrado en el usuario, ya que fue el más utilizado en los artículos seleccionados. Este método cuenta con siete pasos que se muestran en el cuadro 3 (Nicholas *et al.*, 2023).

Utilizar un modelo iterativo y sistemático centrado en el usuario en el diseño de «videojuegos serios» conlleva diversas ventajas. Este enfoque mejora la experiencia del usuario al involucrarlo activamente en todas las etapas del diseño, lo que facilita la identificación y corrección temprana de problemas de usabilidad, así como la mejora de su atractivo. Además, proporciona flexibilidad y adaptabilidad al permitir iteraciones en el diseño basadas en la retroalimentación de los usuarios. Este modelo puede mejorar significativamente la calidad, efectividad y aceptación de un videojuego serio.

Cuadro 3. Marco sistemático e iterativo de desarrollo centrado en el usuario para la creación de «videojuegos serios»

Número	Ejes metodológicos	Actividades clave
1	Formación de un equipo multidisciplinario experto.	Crear el equipo del proyecto. Formar un grupo de consultores expertos. Formar un grupo de referencia de los potenciales usuarios.
2	Definición del problema y establecimiento de preferencias del usuario.	Realizar grupos focales con el grupo de referencia y con los consultores expertos para definir el problema y una posible aproximación del juego.
3	Incorporación de la base de evidencias.	Búsqueda extensiva de literatura sobre el problema, los potenciales usuarios y el contexto social.
4	Diseño del videojuego serio.	Diseño del marco del videojuego serio. Creación de características de diseño y mecánicas de juego. Procesamiento y desarrollo de contenido digital. Inclusión de los grupos de referencia y de usuarios potenciales para evaluar el contenido del juego.
5	Incorporación de teorías de cambio de comportamiento.	Identificar una base teórica para abordar el problema. Integrar las teorías en el diseño de la aplicación para fomentar cambios positivos en el comportamiento de los usuarios.
6	Desarrollo de un modelo lógico e investigación de las vías causales.	Crear un modelo lógico que describa cómo se espera que la aplicación impacte en el comportamiento de los usuarios. Identificar las vías causales entre el uso de la aplicación y los resultados deseados.
7	Pruebas con usuarios.	Realizar pruebas piloto con los usuarios para evaluar la usabilidad, la efectividad y la aceptación de la aplicación. Obtener retroalimentación de los usuarios y realizar ajustes en el diseño según sea necesario para mejorar la experiencia del usuario.

Fuente: elaboración propia basada en Nicholas *et al.* (2023).

4.8. Ejemplificación

A continuación, se presenta el contexto de un caso que permite ilustrar los ejes metodológicos expuestos en el apartado anterior. Para ello, se utilizó el artículo «Sideeffect GamePlan: development o fan alcohol and other drug serious game for highschool students using a systematic and iterative user-centered game development framework» (Nicholas *et al.*, 2023). Describe las fases de creación de un videojuego serio para la prevención del consumo de alcohol

y drogas que fue desarrollado para ser utilizado en escuelas secundarias australianas con estudiantes de entre 14 y 16 años como parte de la asignatura de Educación Física y Salud. En este estudio se utilizó el marco de desarrollo sistemático e iterativo centrado en el usuario, de siete pasos, que se muestra en el cuadro 4. Los participantes calificaron favorablemente la aceptabilidad y usabilidad del juego y lo recomendaron para aprender sobre alcohol y otras drogas. La retroalimentación constructiva y las sugerencias para mejoras de las sesiones de pruebas con usuarios se implementaron para formar la versión final del juego y del módulo de la materia de Educación Física y Salud. El siguiente paso es probar el videojuego en un entorno de clase simulado antes de pilotarlo en entornos escolares (Nicholas *et al.*, 2023).

Cuadro 4. Ejemplificación de la aplicación del marco sistemático e iterativo de desarrollo centrado en el usuario para la creación de «videojuegos serios»

Número	Ejes metodológicos	Actividades clave
1	Formación de un equipo multidisciplinario experto.	Creación del equipo del proyecto. Pruebas realizadas por el equipo del proyecto antes del grupo asesor de expertos y del grupo de referencia juvenil. Creación de un grupo de consultores externos. Creación de un grupo de jóvenes como referencia.
2	Definición del problema y establecimiento de preferencias del usuario.	Grupos focales formativos con estudiantes. Grupos focales de guion gráfico con profesores de Educación Física y Salud, padres y estudiantes. Preferencias y retroalimentación incorporadas en el juego y el módulo.
3	Incorporación de la base de evidencias.	Enfoque basado en evidencias. Educación normativa. Enfoque centrado en el estudiante. Alineación del currículo de la materia de Educación Física y Salud.
4	Diseño del «videojuego serio».	Narrativa interactiva (narrativa ramificada y actividades en clase). Hojas de trabajo complementarias y recursos para docentes. Personajes de baja poligonalidad, actores entrenados para captura de movimiento 3D y doblaje de voz. El modelo de mecánicas de aprendizaje y mecánicas de juego (LM-GM). Procesamiento y desarrollo de contenido digital. Motor de juego Unity. Retroalimentación y sugerencias del grupo asesor de expertos y del grupo de referencia juvenil.



Número	Ejes metodológicos	Actividades clave
5	Incorporación de teorías de cambio de comportamiento	Teoría de la conducta planificada. Teoría cognitivo social. Teoría de la autodeterminación.
6	Desarrollo de un modelo lógico e investigación de las vías causales.	Supuestos subyacentes al programa, incluido un análisis de necesidades y justificación para el desarrollo de un juego serio sobre el consumo de alcohol y otras drogas. Trabajo planificado, incluidos recursos, modelos teóricos y conceptuales que informan sobre el diseño y desarrollo, los detalles de la intervención y las actividades de prueba con los usuarios. Resultados previstos, resultados incluidos, resultados para estudiantes y profesores e impacto a nivel estudiantil, escolar, comunitario y sistémico.
7	Pruebas con usuarios.	Pruebas realizadas por el equipo del proyecto antes de las pruebas con usuarios. Prueba realizada por estudiantes y profesores de Educación Física y Salud. Encuesta final sobre jugabilidad. Lectura de guiones y grupos focales. Retroalimentación de los usuarios finales incorporada en el juego y el módulo.

Fuente: elaboración propia basada en Nicholas *et al.* (2023).

5. Discusión y conclusiones

En este artículo, se explora el uso de «videojuegos serios» como herramienta innovadora en la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias, especialmente entre adolescentes y adultos jóvenes. Estos juegos tienen la capacidad de comunicar información de manera efectiva, crear experiencias inmersivas y motivar cambios de comportamiento positivos. Aunque prometedores, los «videojuegos serios» tienen un largo camino por recorrer para distinguirse de otro tipo de intervenciones digitales gamificadas, así como para probar su efectividad a largo plazo.

Los «videojuegos serios» utilizados en la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias tienen ventajas significativas en su aplicación sobre otra clase de intervenciones. Son accesibles y pueden adaptarse a diferentes tipos de poblaciones. Ayudan a mo-

tivar a las personas que están poco comprometidas a la hora de realizar la intervención y garantizan la integridad de su aplicación. Además, permiten monitorear al usuario y recabar información para futuras investigaciones. Pueden ser utilizados como parte del tratamiento en una clínica de rehabilitación, como parte del currículo de una materia en una institución educativa, como parte de una aplicación móvil para el público general, como herramienta de prevención en instituciones de salud, entre otros. Debido a esto, demuestran ser una herramienta versátil para llegar a todo tipo de personas en distintas circunstancias, lo que resalta su potencial.

Sin embargo, diseñar y desarrollar un «videojuego serio» es un proceso complejo que requiere la participación de expertos de diferentes disciplinas, una investigación exhaustiva y recursos monetarios significativos para hacerlo realidad. A diferencia de otro tipo de intervenciones gamificadas, donde únicamente se realiza la adaptación de una intervención para incluir elementos de juego, un «videojuego serio» se considera como un juego completo que necesita equilibrar distintos elementos al mismo tiempo.

En primer lugar, debe ser sencillo, ya que no todos los usuarios están acostumbrados a jugar videojuegos. En segundo lugar, tiene que ser atractivo y tener un grado de dificultad adecuado para atraer al usuario, sin desanimarlo. En tercer lugar, necesita una historia y una narrativa interesante con la que el usuario pueda identificarse, para propiciar reflexiones que lleven al cambio de comportamiento buscado. En último lugar, es imprescindible que el videojuego esté basado en una o varias teorías del comportamiento. Estas ayudan a comprender las motivaciones y actitudes de los usuarios al abordar con precisión los factores que influyen en el consumo de sustancias, lo que facilita un diseño y una evaluación efectiva de la intervención. Unido a esto, la mayoría de los artículos revisados utilizaron métodos como el diseño participativo, la cocreación y marcos sistemáticos e iterativos centrados en el usuario para asegurar que el juego cumpliera con su objetivo educativo y proporcionara entretenimiento. Sin la ayuda de los usuarios potenciales, este tipo de videojuegos serios carecerían del impacto necesario para funcionar adecuadamente.

Por otro lado, a pesar de los hallazgos positivos, es importante reconocer las limitaciones de este estudio. En particular, la investigación teórica pudiera no capturar completamente la aplicación práctica de este tipo de «videojuegos serios» en diferentes contextos. En primer lugar, se observa una carencia significativa de investigaciones relacionadas con el tema en países latinoamericanos, en especial en México, donde las acciones para prevenir el consumo de riesgo de sustancias se limitan a brindar información o a realizar intervenciones presenciales cuando ya existe un problema de adicción. Esta situación subraya la necesidad urgente de desarrollar y evaluar intervenciones digitales como este tipo de «videojuegos serios» que se adapten a las particularidades culturales y sociales de cada región. La implementación de estudios que evalúen el impacto de estas herramientas en diferentes localidades y con distintas poblaciones podría no solo enriquecer la literatura existente, sino también contribuir a la creación de programas más inclusivos y accesibles que aborden el consumo de sustancias desde múltiples perspectivas.

En segundo lugar, dado que este tipo de intervenciones son relativamente nuevas, es necesario implementar un seguimiento longitudinal que permita evaluar su eficacia a largo plazo. Este enfoque no solo facilita la medición de resultados duraderos en el comportamiento de los usuarios, sino que también permite optimizar y personalizar el diseño de los videojuegos serios según las características y necesidades específicas de la población objetivo. Al comprender cómo las diferentes variables demográficas, culturales y sociales afectan a la interacción y al impacto de estos juegos a largo plazo, se puede ajustar su contenido y metodología, maximizando así su efectividad en la prevención y el tratamiento del consumo de sustancias.

Se concluye este estudio de investigación afirmando que los «videojuegos serios» representan una herramienta valiosa y versátil para abordar el consumo de sustancias. Sin embargo, su desarrollo y aplicación efectiva demandan un enfoque meticuloso y multidisciplinario. El compromiso con la calidad y la innovación en este ámbito puede conducir a avances significativos en la prevención y el tratamiento de las adicciones.

Referencias bibliográficas

- Abraham, O., Nixon, G. A. y Seitz, L. L. (2023). Parents' perceptions of a serious game for educating families on prescription opioid safety: qualitative pilot study of MedSMARxT: adventures in PharmaCity. *JMIR Serious Games*, 11(1), 1-15. <https://doi.org/10.2196/49382>
- Abroms, L. C., Fishman, M., Vo, H., Chiang, S. C., Somerville, V., Rakhmanov, L., Ruggiero, M. y Greenberg, D. (2019). A motion-activated video game for prevention of substance use disorder relapse in youth: pilot randomized controlled trial. *JMIR Serious Games*, 7(2), 1-12. <https://doi.org/10.2196/11716>
- Aneni, K., Fernandes, C. S. F., Hoerner, L. A., Szapary, C., Pendergrass Boomer, T. M. y Fieillin, L. E. (2023). A video game intervention to prevent opioid misuse among older adolescents: development and preimplementation study. *JMIR Serious Games*, 11(1), 1-16. <https://doi.org/10.2196/46912>
- Bezençon, V., Santo, A. de, Holzer, A. y Lanz, B. (2023). Escape addict: a digital escape room for the prevention of addictions and risky behaviors in schools. *Computers and Education*, 200. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104798>
- Boyle, S. C., LaBrie, J. W., Trager, B. M. y Costine, L. D. (2022). A gamified personalized normative feedback app to reduce drinking among sexual minority women: randomized controlled trial and feasibility study. *JMIR Research Protocols*, 24(5). <https://doi.org/10.2196/34853>

- Carvalho, D. B. F., Domingueti, D. B., Almeida Santos, S. M. de y Dias, D. R. C. (2019). A game to deal with alcohol abuse (Jib): development and game experience evaluation. *JMIR Serious Games*, 7(4), 1-13. <https://doi.org/10.2196/11151>
- Engelbrecht, H., Laan, L. N. van der, Enschoot, R. van y Krahmer, E. (2022). The role of agency and threat immediacy in interactive digital narrative fear appeals for the prevention of excessive alcohol use: randomized controlled trial. *JMIR Serious Games*, 10(2), 1-14. <https://doi.org/10.2196/32218>
- Flaudias, V., Zerhouni, O., Chakroun-Baggioni, N., Chazeron, I. de, Llorca, P. M. y Brousse, G. (2022). Evaluation of a smartphone application on the reduction of attentional bias toward alcohol among students. *Frontiers in Psychology*, 13, 1-7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.790030>
- Gómez León, M.^a I. (2024). Eficacia de los videojuegos en la regulación emocional de los estudiantes. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 29, 31-58. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.21317>
- Hong, T., Cabrera, J. y Beaudoin, C. E. (2020). The role of enjoyment in a serious game for binge drinking prevention: pretest-posttest quasi-experimental study. *Journal of Medical Internet Research*, 22(11), 1-12. <https://doi.org/10.2196/21652>
- Hong, T., Cabrera, J. y Beaudoin, C. E. (2023). Disentangling real-world and virtual-world social norms: the persuasive elements and social psychological effects of a serious game. *Telematics and Informatics Reports*, 9, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.teler.2022.100038>
- Huizinga, J. (2016). *Homo Ludens. A Study of the Play-Element in Culture* (Vol. 1, 7.^a ed.). Angelico Press.
- Kapitány-Fövény, M., Vagdalt, E., Ruttkay, Z., Urbán, R., Richman, M. J. y Demetrovics, Z. (2018). Potential of an interactive drug prevention mobile phone app (Once upon a high): questionnaire study among students. *JMIR Serious Games*, 20(12). <https://doi.org/10.2196/games.9944>
- LaBrie, J. W., Rutte, J. L. de, Boyle, S. C., Tan, C. N. y Earle, A. M. (2019). Leveraging copresence to increase the effectiveness of gamified personalized normative feedback. *Addictive Behaviors*, 99. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2019.106085>
- Lima-Serrano, M., Fernández-León, P., Mercken, L., Martínez-Montilla, J. M. y Vries, H. de. (2021). An animation-versus text-based computer-tailored game intervention to prevent alcohol consumption and binge drinking in adolescents: study protocol. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(19), 1-16. <https://doi.org/10.3390/ijerph18199978>
- Luna-Perejon, F., Malwade, S., Styliadis, C., Civit, J., Cascado-Caballero, D., Konstantinidis, E., Abdul, S. S., Bamidis, P. D., Civit, A. y Li, Y.-C. (Jack). (2019). Evaluation of user satisfaction and usability of a mobile app for smoking cessation. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 182. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2019.105042>
- Martínez-Miranda, J. y Espinosa-Curiel, I. E. (2022). Serious games supporting the prevention and treatment of alcohol and drug consumption in youth: scoping review. *JMIR Serious Games*, 10(3), 1-23. <https://doi.org/10.2196/39086>
- Nicholas, J., Mills, B., Hansen, S., Bright, S. J., Boyd, H., Brook, L., Watson, J. y Hopper, L. (2022). Developing an alcohol and other drug serious game for adolescents: considerations for impro-

- ving student engagement. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 46(5), 682-688. <https://doi.org/10.1111/1753-6405.13287>
- Nicholas, J., Mills, B., Hansen, S., Bright, S. J., Scott, J., Ridout, I., Watson, J., Boyd, H., Brook, L. y Hopper, L. (2023). Sideeffect GamePlan: development of an alcohol and other drug serious game for high school students using a systematic and iterative user-centred game development framework. *Computers in Human Behavior*, 145, 1-20 <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107774>
- Ortega-Carbajal, M. F., Hernández-Mosqueda, J. S. y Tobón-Tobón, S. (2015). Análisis documental de la gestión del conocimiento mediante la cartografía conceptual. *Ra Ximhai*, 11(4), 141-160.
- Pan American Health Organization. (2021). *The Burden of Drug Use Disorders in the Region of the Americas (2000-2019)*. <https://www.paho.org/en/enlace/burden-drug-use-disorders>
- Pentz, M. A., Hieftje, K. D., Pendergrass, T. M., Brito, S. A., Liu, M., Arora, T., Tindle, H. A., Krishnan-Sarin, S. y Fiellin, L. E. (2019). A videogame intervention for tobacco product use prevention in adolescents. *Addictive Behaviors*, 91, 188-92. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2018.11.016>
- Pereira Henríquez, F. y Alonzo Zúñiga, T. (2017). Hacia una conceptualización de los videojuegos como discursos multimodales electrónicos. *Anagramas. Rumbos y Sentidos de la Comunicación*, 15(30), 51-64. <https://doi.org/10.22395/angr.v15n30a2>
- Rojas Piedra, T., Reyes Masa, B., Tapia Chamba, A. y Sanchez Ruiz, J. (2020). El consumo de sustancias psicoactivas y su influencia en el desarrollo integral. *Journal of Buseiness and Entrepreneurial Studies*, 4(1), 1-13. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=573667940004>
- Salvador-Gómez, A., Escrig-Tena, A. B., Beltrán-Martín, I. y García-Juan, B. (2022). El escape room virtual: herramienta docente universitaria para el desarrollo de competencias transversales y para la retención del conocimiento. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 21, 7-48. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.664>
- Schilt, T., Ruijter, E. S., Godeschalk, N., Haaster, M. van y Goudriaan, A. E. (2022). The use of smartphone serious gaming apps in the treatment of substance use disorders: observational study on feasibility and acceptability. *JMIR Formative Research*, 6(9), 1-12. <https://doi.org/10.2196/34159>
- Tobon, S., Eduardo Martínez, J., Valdez Rojo, E. y Quiriz, T. (2018). Prácticas pedagógicas: análisis mediante la cartografía conceptual. *Espacios*, 39(53).
- Vollstädt-Klein, S., Mildner, P., Bumb, J. M., Karl, D., Ueberle, C., Shevchenko, Y., Kiefer, F. y Effelsberg, W. (2020). The training game SALIENCE for the therapy of alcohol use disorder. *Health Informatics Journal*, 26(1), 499-512. <https://doi.org/10.1177/1460458219839612>
- Weber, A., Shevchenko, Y., Gerhardt, S., Hoffmann, S., Kiefer, F. y Vollstädt-Klein, S. (2023). Effectiveness of reducing craving in alcohol use disorder using a serious game (SALIENCE): randomized controlled trial. *JMIR Formative Research*, 7(1), 1-17. <https://doi.org/10.2196/42194>
- White, J. S., Salem, M. K., Toussaert, S., Lee Westmaas, J., Raiff, B. R., Crane, D., Warrender, E., Lyles, C., Abroms, L. y Thrul, J. (2023). Developing a game (Inner Dragon) within a leading smartphone app for smoking cessation: design and feasibility evaluation study. *JMIR Serious Games*, 11. <https://doi.org/10.2196/46602>

- Willmott, T., Russell-Bennett, R., Drennan, J. y Rundle-Thiele, S. (2019). The impact of serious educational gameplay on adolescent binge drinking intentions: a theoretically grounded empirical examination. *Health Education and Behavior (HE&B)*, 46(1), 114-125. <https://doi.org/10.1177/1090198118780493>
- Zhang, M., Heng, S., Song, G., Fung, D. S. S. y Smith, H. E. (2019). Co-designing a mobile gamified attention bias modification intervention for substance use disorders: participatory research study. *JMIR mHealth and uHealth*, 7(10), 1-15. <https://doi.org/10.2196/15871>

ID Mónica Urrutia-Reyes. Estudiante de doctorado en Tecnología Educativa en la Facultad de Informática de la Universidad Autónoma de Querétaro (México). Maestra en Ciencias de la Educación por la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de Querétaro. Licenciada en Psicología por la Universidad Anáhuac (México).

ID Ana Marcela Herrera-Navarro. Profesora de tiempo completo en la Facultad de Informática de la Universidad Autónoma de Querétaro (México). Maestría en Ingeniería de Software y doctorado en Ingeniería Distribuido por la Universidad Autónoma de Querétaro. Licenciatura en Ingeniería en Computación por el Instituto Tecnológico de Querétaro (México). Cuenta con el perfil del Programa para el Desarrollo Profesional del Profesor, Formación Superior (PRODEP), y con la distinción de Investigador Nacional Nivel I por el Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

Contribución de autoras. M. U.-R. y A. M. H.-N. han participado a partes iguales en la elaboración de este estudio de investigación.

Propuesta para la creación de un espacio de entretenimiento digital en la Fundación Universitaria UniCervantes

Camilo Estacio

*Docente investigador y líder del Semillero de Investigación en Tendencias Digitales (SITeDi)/
Fundación Universitaria Cervantes San Agustín-UniCervantes (Bogotá, Colombia)*
camilo.estacio@unicervantes.edu.co | <https://orcid.org/0000-0002-4987-7941>

Extracto

Este trabajo detalla la conformación de una propuesta para la Fundación Universitaria UniCervantes centrada en la creación de un salón de entretenimiento digital como parte del bienestar institucional. Esta iniciativa continúa una investigación previa, que reveló un gran interés por parte de los estudiantes (hombres y mujeres) en un espacio alternativo a las aulas. La encuesta mostraba que el 73 % del alumnado disfrutaba de los videojuegos y que el 42 % jugaba para socializar. Estas cifras motivaron la propuesta a la directiva para la creación de un área dedicada al ocio digital, ofreciendo una alternativa de socialización para estudiantes introvertidos o no afines a actividades físicas o culturales.

El objetivo principal es implementar un espacio inclusivo de entretenimiento que permita estudiar el impacto de los deportes electrónicos en el desarrollo personal y social. El proceso se inició con visitas a otras instituciones, consultas a la comunidad académica sobre sus preferencias y la asignación de un espacio físico. Se elaboró un *layout* preliminar y políticas de uso, anticipando críticas directivas, y se llevó a cabo una prueba piloto para luego recoger opiniones de los estudiantes sobre la experiencia. La propuesta evolucionó para equilibrar las expectativas estudiantiles con las directrices universitarias. El artículo resume el desarrollo del proyecto desde su concepción hasta la ejecución y evaluación de la prueba piloto. Al finalizar la prueba, se determinó el entusiasmo del alumnado ante la idea de contar con un espacio dedicado al ocio digital y se demostró su responsabilidad ante el uso del espacio y el sano uso del tiempo libre.

Palabras clave: entretenimiento digital; bienestar institucional; socialización; videojuegos; deportes electrónicos (*eSports*); espacios educativos; inclusión social; desarrollo personal.

Recibido: 27-11-2024 | Aceptado: 11-02-2025 | Publicado: 06-05-2025

Cómo citar: Estacio, C. (2025). Propuesta para la creación de un espacio de entretenimiento digital en la Fundación Universitaria UniCervantes. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 31, 145-168. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.24211>

Proposal for the creation of a digital entertainment space at the Fundación Universitaria UniCervantes

Camilo Estacio

Professor and researcher and leader of the

Semillero de Investigación en Tendencias Digitales (SITeDi)/

Fundación Universitaria Cervantes San Agustín-UniCervantes (Bogotá, Colombia)

camilo.estacio@unicervantes.edu.co | <https://orcid.org/0000-0002-4987-7941>

Abstract

This presentation details the formulation of a proposal for the Fundación Universitaria UniCervantes, focused on the creation of a digital entertainment lounge as part of the institutional welfare strategies. The initiative is a continuation of a previous research study that revealed significant interest among students (men and women) in having an alternative space to traditional classrooms. A survey showed that 73 % of students enjoy playing video games, and 42 % use them as a means of socializing. These findings prompted the proposal to the university administration for a dedicated digital leisure area, offering an inclusive socialization alternative, particularly for students who are introverted or not inclined to physical or cultural activities.

The primary objective is to implement an inclusive entertainment space that allows for the study of the impact of e-sports on personal and social development. The process began with visits to other institutions, consultations with the academic community about their preferences, and the allocation of a physical space. A preliminary layout and usage policies were developed, anticipating possible criticisms from university management, followed by the execution of a pilot test to gather student feedback on the experience. The proposal evolved to balance student expectations with institutional guidelines. This paper summarizes the development of the project from its conception to the execution and evaluation of the pilot test. At the conclusion of the pilot, the students' enthusiasm for the idea of having a dedicated digital leisure space was evident, and their responsible use of the space and healthy engagement with their free time was demonstrated.

Keywords: digital entertainment; institutional welfare; socialization; video games; electronic sports (eSports); educational spaces; social inclusion; personal development.

Received: 27-11-2024 | Accepted: 11-02-2025 | Published: 06-05-2025

Citation: Estacio, C. (2025). Proposal for the creation of a digital entertainment space at the UniCervantes University Foundation. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 31, 145-168. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.24211>

Sumario

- 1. Introducción
 - 1.1. Antecedentes
- 2. Objetivos
- 3. Metodología
- 4. Resultados
 - 4.1. Fase de planeación
 - 4.2. Fase de adaptación
 - 4.3. Fase de ejecución
 - 4.4. Fase de proyección
- 5. Discusión
- 6. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

Nota: el autor del artículo declara que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este trabajo de investigación se han realizado de conformidad con las leyes y directrices institucionales pertinentes. Asimismo, el autor del artículo ha obtenido el consentimiento informado (libre y voluntario) por parte de todas las personas intervinientes en este estudio de investigación.

1. Introducción

Una definición general del término «socialización» es «el proceso que transforma al individuo, en el que adquiere las capacidades que le permiten participar como un miembro efectivo de los grupos y la sociedad global» (Ugalde Galindo, citado por World Vision (2022, p. 5). El mismo artículo de World Vision pone de manifiesto la importancia del juego como herramienta de socialización, a través de la cual los niños aprenden el modo de regular sus emociones de forma natural, a comprender el uso y el acatamiento de reglas y normas sociales, a fomentar el autoconocimiento y el aprendizaje, a estimular capacidades como la resolución de conflictos, la creatividad, la inteligencia, el pensamiento lateral, etc. Los videojuegos contienen muchos de estos beneficios, pero, a efectos de la presente investigación, es primordial mencionar los elementos sociales.

Un ejemplo de lo mencionado a nivel social se encuentra en YouTube. Enrique Alonso, redactor de este canal de Eurogamer España (2022), editó y presentó un vídeo titulado «Los videojuegos me salvaron la vida», donde relataba cómo, a pesar de que siendo niño tenía una personalidad introvertida y sufría acoso escolar, encontró en el mundo de los videojuegos su propio grupo de amigos al darse cuenta de que no era el único en su entorno a quien le gustaba esta afición, que, de hecho, fue cultivada de la mano de uno de sus padres. La influencia de esta etapa de su vida fue tal que se convirtió en un profesional del periodismo especializado en videojuegos. Alonso expresa en su vídeo lo inmensamente agradecido que se siente por su trabajo y su vida actual, haciendo (y viviendo de) lo que le apasiona: los videojuegos. Otra referencia de alta significatividad es, sin duda, el documental «La singular vida de Ibelin» (Ree, 2024), que narra las aventuras de Ibelin, un personaje del popular videojuego *World of Warcraft*, quien en la vida real era un adolescente noruego –Mats Steen– con la enfermedad de Duchenne. Mats, como consecuencia de esta patología que lo retenía sentado en una silla de ruedas, no podía socializar, compartir, tener novia, etc., es decir, no hacía ninguna de las actividades habituales de un joven de 16 años. Sin embargo, en el mundo virtual proporcionado por *World of Warcraft*, Ibelin (el nombre de su personaje) carecía de todas esas limitaciones. La forma de desenvolverse en el juego, así como su impacto en la comunidad y su compromiso con el juego fueron tan grandes que los demás personajes –y las personas que se encontraban detrás de ellos– se aseguraron de no olvidarlo jamás tras su prematura muerte (Morillo, 2024).

Para muchas personas, los videojuegos resultan solo una afición superficial, pero para otros son algo más serio. Sin embargo, es amplio el número de individuos para los que los

videojuegos se convierten en un medio de integración e interacción social. El propio autor de esta investigación ha sido testigo del interés que genera el tema de los videojuegos en estudiantes (hombres y mujeres) cuando un docente menciona su gusto por estos. Siempre hay alumnos que se acercan a otros para preguntarles por sus preferencias, compartir opiniones, hablar de experiencias, etc.

Durante el confinamiento que el mundo sufrió en 2020, es bien sabido que la economía global bajó de forma abismal, pero el mercado de los videojuegos y sus derivados experimentó un crecimiento notable (Universidad Andina Simón Bolívar-Ecuador, 2021). Una razón para ello –quizás la más poderosa– se describe en el portal Meatze (2020): «Además del componente lúdico, los videojuegos también han servido como medida de alivio social, permitiendo jugar, chatear y conversar en compañía, además de generar interacciones con gente nueva, eliminando los problemas sanitarios del contacto real» y demostrando una vez más, y de manera fehaciente, la valía de los videojuegos como puente de socialización entre las personas.

Hernández León, gerente de Xbox Colombia en 2023, manifestó que más del 50 % de los jugadores de videojuegos en Colombia se encontraba en la franja de edad entre los 18 y los 35 años, ascendiendo a una cifra aproximada de 10 millones de personas (Salazar Gaitan, 2023), lo que refleja que un enorme porcentaje de aficionados a los videojuegos estaba en edad universitaria.

Dellepiane (2024) resume de forma precisa todo lo anterior con las siguientes líneas:

Los videojuegos constituyen un sistema en el cual los jugadores participan de un reto definido por reglas e interactividad en un entorno inmersivo, que se traduce en un resultado cuantificable y cualificable. Así, no son concebidos únicamente como un producto mediático, sino como un componente clave de nuestra cultura, y del mismo modo que ocurrió con otros productos culturales como la música, el cine o la televisión, su vinculación con la vida cotidiana está cada día más presente (p. 171).

Una encuesta realizada a estudiantes de la Fundación Universitaria en 2023, en el marco de una investigación anterior, reveló los siguientes datos sobre las preferencias de los estudiantes en relación con los videojuegos. El 73 % de los encuestados afirmaba que les gustaba jugar con videojuegos (el 61 % eran mujeres y el 85 % hombres). Cerca de un 42 % de la población general a la que le gustaban los videojuegos manifestó que jugaban para compartir momentos de ocio con amigos o conocidos. Esta encuesta fue la razón por la que surgió la idea de proponer a las directivas de la Fundación Universitaria Cervantes San Agustín-UniCervantes la idea de conformar un área dedicada al ocio digital. El objetivo del proyecto fue crear un espacio para que los estudiantes tuvieran la oportunidad de compartir y conocerse a través de una herramienta adicional a las actividades ya implementadas por la universidad, como eran el fútbol, el voleibol, el atletismo, la danza, la música, etc.,

brindando una alternativa de socialización a los estudiantes cuyo nivel de introversión o su falta de afinidad les impedía formar parte de actividades físicas o culturales ya ofrecidas por el área de Bienestar Universitaria.

1.1. Antecedentes

Nieto Rey y Ramírez Ospina (2019), en sus tesis de grado «Cultura *gamer* y videojuegos: espacio académico-deportivo de *eSports* en la Fundación Universitaria Los Libertadores», mencionaban las fases de ejecución y los resultados derivados de implementar un espacio dedicado a los videojuegos de competencia en la Fundación Universitaria Los Libertadores. Entre los resultados más destacados se aludía a la dificultad de lograr que las directivas de la institución creyeran en el proyecto debido a los prejuicios que los videojuegos conllevaban entre adultos y adultos mayores, a la gran acogida del proyecto por parte de los estudiantes de la institución y a las opiniones de los alumnos en relación con los beneficios que supondría instaurar este espacio propuesto de forma permanente desde el área de Bienestar Universitaria.

Esta investigación es una gran referencia, al tratarse de un proyecto parecido al que se propone para UniCervantes, con la diferencia de que este último se convierta en un espacio permanente para los estudiantes de la institución y no solo en un trabajo de grado. De este modo, sería posible adelantar estudios de diversa índole con el espacio conformado. Hay que mencionar que la Fundación Universitaria Los Libertadores y la Fundación Universitaria UniCervantes están ubicadas ambas en Bogotá (Colombia) y, en el turno diurno, cuentan con el mismo tipo de estudiantes.

Otra investigación revisada fue «Relación entre factores académicos y consumo de videojuegos en universitarios. Un modelo de regresión» (Chacón Cuberos *et al.*, 2017), donde los investigadores pretendían observar si existía alguna correlación entre el rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad de Granada (España) y su nivel de uso de videojuegos. Para llevar a cabo la investigación se cruzó información sobre el rendimiento académico de los estudiantes en la universidad y los resultados de un cuestionario sobre el uso de videojuegos antes de entrar en la institución. Se descubrió que los estudiantes que utilizaban más los videojuegos tendían a obtener notas más bajas en la universidad, lo que condujo a la conclusión de que era necesario llevar a cabo acciones para fomentar el uso racional y consciente de los videojuegos de modo que este no colisionara con el rendimiento académico de los estudiantes universitarios. Algo parecido a lo anterior se manifestó en «Procrastinación e intereses a los videojuegos en ingresantes a la escuela de psicología de una universidad privada» (Olazábal Boggio y Zegarra Mendoza, 2017), artículo que pretendía encontrar elementos asociados entre la procrastinación y el uso de videojuegos en una comunidad universitaria. Esta investigación, llevada a cabo con encuestas aplicadas a los estudiantes de la institución, arrojó como resultado que existían pocos elementos asociados a los videojuegos que pudieran vincularse con la procrastinación. Sin embargo,

el documento también revelaba que los estudiantes ya entraban en la universidad con una cuota importante de tendencia a la procrastinación, lo que podía provocar que el uso de los videojuegos en un ambiente universitario potenciara tal comportamiento.

Estas investigaciones condujeron a reflexionar, a pensar en el proyecto propuesto en este artículo de forma estratégica, para fomentar en los estudiantes de UniCervantes un uso responsable del espacio lúdico digital que se plantea. Tener claro este tema era vital para evitar contratiempos, como una negativa por parte de la institución o un uso irresponsable y descontrolado del espacio.

La investigación titulada «¿Por qué los adolescentes juegan videojuegos? Propuesta de una escala de motivos para jugar videojuegos a partir de la teoría de usos y gratificaciones» (González Vázquez e Igartúa, 2018) se desarrolló a partir de encuestas realizadas a personas entre los 14 y 20 años. Su objetivo era detectar las razones por las que los jóvenes juegan con videojuegos. Los autores clasificaron las respuestas de los encuestados en cuatro grupos: fantasía (los videojuegos ofrecen posibilidades que la vida real no suele dar), escape y entretenimiento (motivos basados en el ocio y el aburrimiento), competición y desafío (razones asociadas con ser mejores o superar retos impuestos por el juego o por rivales humanos) y activación socioemocional (respuestas relacionadas con la interacción social, compartir con amigos y familiares y la descarga de emociones, como frustraciones y otros sentimientos negativos). Fue este último apartado el que interesaba para la presente investigación, pues se esperaba que el espacio de ocio digital propuesto fuera una vía más de interacción social para aquellos estudiantes que no parecían encajar en los demás espacios ofrecidos por la institución. Además, se esperaba que, con el tiempo, la universidad contara con un equipo de competencia en videojuegos, especialmente teniendo en cuenta el proyecto de Ley 007 de 2023, o Ley de los *eSports*, que fue presentado en el Congreso de la República de Colombia en 2023 y que pretendía vincular los deportes electrónicos al sistema general de deportes del país.

Gómez León (2024), en su investigación titulada «Eficacia de los videojuegos en la regulación emocional de los estudiantes», analizaba el posible impacto que los videojuegos pueden tener en niños y adolescentes como herramientas de regulación emocional. Los resultados de las experiencias descritas por la autora sugerían que los beneficios de los videojuegos se extendían tanto a personas en general como a pacientes diagnosticados con trastornos emocionales. Así, el aporte de esta investigación es clave al dar cuenta de los beneficios que los videojuegos pueden aportar a una comunidad universitaria, toda vez que lo que se pretende con el proyecto es brindar una alternativa de socialización, desconexión y reducción del estrés en un ambiente seguro y regulado.

En general, no existen muchas investigaciones que versen sobre proyectos de inclusión de videojuegos como actividades para el bienestar universitario. Lo habitual es encontrar investigaciones sobre el uso de los videojuegos en educación como medio didáctico, sobre sus ventajas y desventajas, y, en general, sobre cómo este tipo de juegos afectan positiva o

negativamente a niños, jóvenes y adolescentes. Es por esta razón por lo que el estudio que se presenta en este artículo tiene valía en su contenido, pues puede servir como una guía, o bien como una referencia para aquellas instituciones universitarias que deseen tener un espacio lúdico del estilo del que se plantea.

Esta investigación es la continuación de otra escrita por Estacio *et al.* (2023), en la que se exponen cuáles son las dificultades más grandes a la hora de establecer espacios universitarios que integran videojuegos. Estas dificultades son las siguientes: el desconocimiento del tema, toda vez que quienes suelen proponer y quienes reciben y aprueban las propuestas son de épocas y de pensamientos diferentes (a veces radicalmente) respecto a los mismos; falta de infraestructura o inversión, pues se suelen hallar dificultades para que las instituciones destinen presupuesto a este tipo de proyectos; e incredulidad frente a los beneficios que un proyecto como el propuesto puede dar a la comunidad universitaria, en contraste con sus perjuicios. Este estudio se hace importante toda vez que constituye los cimientos del proyecto y que sus conclusiones son de vital importancia para el caso particular de UniCervantes.

En cuanto al ocio en sí mismo, Pascucci (2015) mencionaba la importancia del ocio autotético, es decir, actividades de ocio que no tienen ningún objetivo en particular. Esta definición es parecida a la de Cuenca (2011), quien definía el «ocio» como acciones distintas al trabajo o, en este caso, al estudio, caracterizadas por no ser obligatorias y estar destinadas a la diversión y el entretenimiento. Al tratarse el artículo del resumen de su tesis, con nombre «Beneficios de las actividades de ocio en jóvenes universitarios de la Universidad de Flores, Regional Comahue», puede inferirse que sus conclusiones son aplicables al ambiente universitario. De acuerdo con Pascucci, el desarrollo de actividades de ocio conlleva un amplio abanico de beneficios para los estudiantes, entre ellos un aumento de la felicidad y el bienestar entre los alumnos, la posibilidad de relacionarse y relajarse en un contexto más distendido e informal, el descanso mental y su consecuente repercusión sobre la productividad y la creatividad, entre otros. La autora menciona varios tipos de ocio, como el deportivo, el festivo, el ambiental, el creativo, el solidario y el lúdico. La contribución de este documento a la investigación es alta, puesto que pone a discusión la importancia que puede brindar a la comunidad académica de UniCervantes el hecho de tener diversas actividades de ocio.

2. Objetivos

El objetivo general (OG) de la presente investigación es el siguiente:

OG. Implementar en la Fundación Universitaria Cervantes San Agustín-UniCervantes un espacio de entretenimiento inclusivo y de calidad para la comunidad educativa con el propósito de investigar y comprender las tendencias y paradigmas relacionados con los deportes electrónicos y videojuegos, así como su impacto en el desarrollo personal, académico, social y profesional de los participantes.

Los objetivos específicos (OE) se resumen en tres:

OE1. Establecer la infraestructura administrativa y tecnológica necesaria para crear un espacio de ocio y entretenimiento digital en la Fundación Universitaria UniCervantes teniendo como referentes otros ambientes universitarios.

OE2. Ejecutar una prueba piloto con la participación de la comunidad académica que permita medir de forma real el nivel de acogida del proyecto.

OE3. Determinar el impacto del espacio de ocio y entretenimiento digital en la comunidad estudiantil, en términos de participación, rendimiento académico y bienestar emocional.

3. Metodología

Inicialmente se hará uso de dos fuentes de consulta: en primer lugar, se convocará y consultará a los estudiantes interesados en participar en la organización de la prueba piloto; y, en segundo lugar, se consultará a distintas universidades que han tenido éxito en la implantación de centros de entretenimiento como el que se sugiere en este proyecto.

Los parámetros dispuestos serán de utilidad para la puesta en marcha de la prueba piloto, para la que se contará con la ayuda de los departamentos de Bienestar Universitario y de Logística de la universidad. Serán estas entidades las que brindarán apoyo para seguir y controlar los parámetros establecidos y garantizar el éxito de la prueba piloto. También se llevará a cabo una recolección de datos estadísticos durante la prueba piloto.

Las estadísticas recogidas, junto a los aspectos positivos y negativos surgidos de la prueba, serán de enorme utilidad para pulir los parámetros previamente dados, los requisitos, las reglas y las condiciones de uso del espacio. Toda esta información será compilada, discutida y mostrada a las unidades competentes de UniCervantes, esperando su aprobación, de modo que esta investigación tenga una segunda parte en 2024-II o 2025-I.

De lo anterior, se deduce que esta sea una investigación con enfoque mixto, pues conlleva la recolección de datos cualitativos y cuantitativos. Será de tipo propositivo y experimental, puesto que contará con elementos ejecutivos desde la prueba piloto, hasta el establecimiento de relaciones de causa y efecto entre variables que intervienen en el proyecto a través del análisis de datos.

4. Resultados

Los resultados de esta investigación se pueden dividir en tres partes, que se llamarán «fase de planeación», «fase de adaptación» y «fase de proyección y ejecución». Sus resultados de mencionan a continuación.

4.1. Fase de planeación

El equipo de investigación obtuvo acceso a las instalaciones de la institución universitaria Politécnico Gran Colombiano, una de las universidades pioneras en la aplicación de videojuegos y *eSports* a nivel universitario en Colombia. El docente y director del proyecto, Emiliano Vagnoni Mondragón, en calidad de guía de la visita, mostró a los visitantes, entre otros escenarios, las unidades de Bienestar y Comunicaciones de la universidad que brindan apoyo constante al proyecto, los diferentes lugares donde se llevan a cabo los tres pilares del proyecto (investigación, educación y competición) y los lugares de ocio y esparcimiento con los que cuentan los estudiantes para sus espacios no académicos.

A partir de esta visita, los investigadores llegaron a conclusiones importantes para llevar a cabo un proyecto similar en UniCervantes. La primera conclusión fue que el salón de ocio y entretenimiento digital debía ser multiusos, de modo que pudiera ser utilizado como salón de juegos, de cine, para eventos varios, para descansar o relajarse, etc. La segunda, que un futuro equipo de *eSports* podría ser autosustentable y verse codirigido entre la unidad de Bienestar Universitaria y los propios estudiantes. Y la tercera, que sería de gran ayuda lograr que el proyecto pueda ser abordado desde lo académico (perfiles psicológicos de *gamers* en formación, análisis de datos de partidas, gestión y administración del equipo), de modo que no se quede solo en una actividad lúdica o competitiva.

Para establecer los parámetros de uso del espacio, lo primero fue preguntar a los estudiantes sobre el nivel de acogida y las preferencias de uso del espacio propuesto.

La encuesta realizada a los estudiantes universitarios de UniCervantes obtuvo un total de 110 respuestas. De ellas, se recopilaron los siguientes datos básicos:

- Participaron estudiantes de todos los programas de pregrado de la universidad, excepto de Teología, pues su nivel de interés demostró ser muy bajo en encuestas anteriores. Aproximadamente, el 57 % de los entrevistados fueron hombres y el 43 %, mujeres.
- El 43 % de los estudiantes manifestaron interés en participar en eventos tipo *gamer* dentro del espacio multiusos, el 51 % solo estuvieron interesados en asistir y el 6 % no tuvieron interés alguno en el tema.
- En caso de que la participación en los torneos tuviera un precio de entrada, el 66 % de los encuestados prefería que el dinero recaudado se usara para dotar y mejorar el espacio; el 18 %, para campañas de responsabilidad social; y el 13 %, para patrocinar a un equipo de *eSports* que representase a UniCervantes.
- El 79 % de encuestados estaba de acuerdo con que la universidad necesitaba un sitio cubierto dedicado al ocio y el descanso. Esta respuesta se dio porque la sede de UniCervantes Bogotá ofrecía un amplio espacio para descansar y rela-

jarse al aire libre, pero no contaba con espacios cubiertos para los momentos de frío o lluvia. Los espacios de danza y el gimnasio no se incluían, dado que tenían funciones específicas y permanecían cerrados cuando no estaban en uso.

- El 55 % de los encuestados manifestaron que usarían el espacio multiusos entre 60 y 90 minutos. El 80 % aseguraban que no dejarían sus actividades académicas por permanecer en el espacio, mientras que el 20 % admitía que sí lo haría. Un 83 % de los encuestados haría uso del espacio aun si no se permitiera comer en él.
- Un 57 % de los estudiantes solo usaría el espacio para descansar y relajarse; un 18 %, para jugar con videojuegos; un 14 %, para ver películas en pantalla gigante; un 6 %, para ver eventos deportivos; y un 5 %, para dormir.
- En orden de importancia, los encuestados preferían que el mobiliario del espacio se compusiera de pufs, sofás grandes, sillas, suelo alfombrado y mesas, y que los componentes tecnológicos y de entretenimiento fueran televisores, consolas, un videoprojector y ordenadores.

4.2. Fase de adaptación

Acto seguido, y teniendo en cuenta tanto lo observado en la visita como las respuestas de los estudiantes, se llevaron a cabo reuniones con los directores del área de Bienestar Universitaria y de Logística de UniCervantes, obteniendo los siguientes resultados:

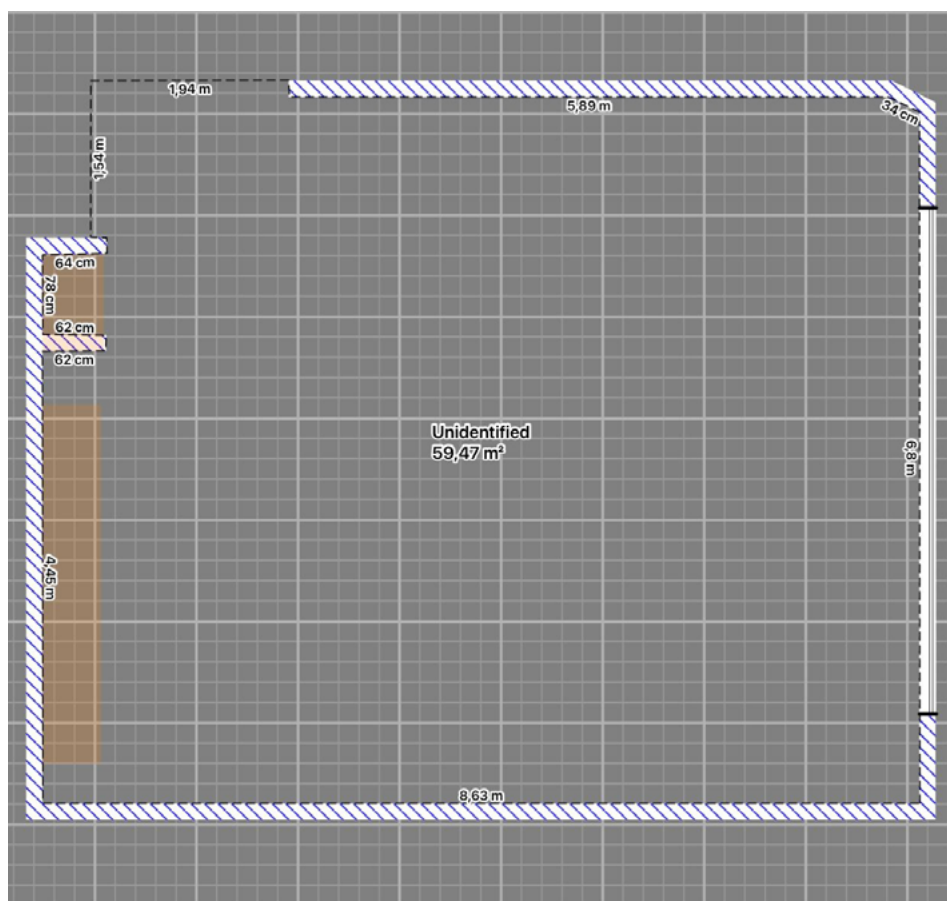
- Reunión con Ingrid Julieth Sissa Rincón (directora de Bienestar Universitaria de UniCervantes).
 - Publicidad. Es importante establecer los pormenores del torneo para poder publicitarlos de forma orgánica. Al tratarse de una actividad dirigida a estudiantes, esta debe planearse con mucha antelación para garantizar el máximo número posible de participantes, por lo que la publicidad es vital. Para este tipo de actividades, es obligatorio seguir los parámetros de la línea editorial del área de mercadeo institucional.
 - Espacio y tiempo. Es vital establecer un espacio físico donde llevar a cabo la actividad, principalmente si lo que se pretende es que el proyecto se quede con un espacio físico fijo a partir de la prueba piloto. Se desea que esta prueba piloto sea una especie de inauguración del espacio. Respecto al tiempo, se requiere que entre el inicio del proyecto y la prueba piloto haya, por lo menos, dos meses de diferencia, con el fin de tener tiempo suficiente para preparar y ejecutar el presupuesto que le sea asignado (alquiler o compra de equipos, servicios, refrigerios, premios, etc.).

- La unidad de Bienestar Universitario está dispuesta a usar los recursos de que pueda disponer para llevar a buen puerto la prueba. Se hace necesario tener evidencias del desarrollo de la actividad (fotografías, vídeos, listas de asistencia, etc.), no solo para sustentar el proyecto de investigación, sino para dejar constancia de la ejecución de los rubros destinados desde Bienestar Universitario.
 - Se planteó la posibilidad de solicitar a los estudiantes una cantidad de dinero para acceder al torneo con la finalidad de destinar lo recaudado a uno de los tres siguientes posibles destinos: dotar y mejorar el salón de ocio y entretenimiento digital; crear, patrocinar y mantener un equipo de *eSports* que represente a UniCervantes en torneos universitarios; o aportar lo recaudado a obras benéficas apoyadas habitualmente por la institución. En cualquiera de los tres casos, se recalca que ningún estudiante, docente, directivo o administrativo podría llevar a cabo la recolección de dichos recursos, por lo que se necesitaría una pasarela de pagos similar a la que se usa para el pago de matrículas.
- Reunión con Camilo Andrés Mahecha Guzmán (director de Logística de UniCervantes) y Arlette Gisselle Vargas Mendoza (directora de la Facultad de Ingeniería de UniCervantes).
 - Se designó como lugar para la prueba –y para el salón de ocio y entretenimiento digital, en caso de ser aprobado el espacio– el salón contiguo al de música y danza, ubicado en la esquina suroriental del bloque B (2.º piso).
 - Se sugirió mover la fecha de ejecución de la prueba piloto a un día del segundo semestre de 2024 (estaba programado para finales de mayo de 2024), para que la unidad de Logística tuviera tiempo de preparar el lugar. De este modo, se estableció que se destinaría el espacio intersemestral para la correcta planeación del evento.
 - Se sugirió que debían tenerse en cuenta y planearse cuidadosamente elementos como el formato de realización del torneo y la cantidad de cupos que habría para participar en él, así como el alquiler de los equipos necesarios (televisores, consolas, etc.). Se desaconsejó completamente que los estudiantes o los docentes prestaran sus equipos para la prueba piloto, dado que la universidad no podía responsabilizarse de los posibles daños que pudieran sufrir. Se trataron el resto de temas necesarios para el uso del espacio, como la distribución del mismo, el presupuesto requerido para cumplir con el *layout* que se propusiera, las políticas de uso y el mobiliario y la tecnología que se esperaba que estuviera disponible en el lugar, entre otros.

Junto al equipo de estudiantes del SITeDi, se ejecutó la tarea de presentar propuestas, tanto para el *layout* como para las políticas de uso del espacio, lográndose los resultados que se muestran a continuación.

Un escaneo digital del salón designado permitió establecer que este contaba con 60 m², aproximadamente. Si bien la aplicación usada para el escaneo no funcionó tan bien como se esperaba, se establecieron las medidas más básicas. El sector de 1,54 m de la esquina superior izquierda del plano correspondía a la puerta del salón y el espacio situado bajo este era un pequeño armario que solía permanecer cerrado (véase figura 1). El espacio más grande que se encontraba en la pared del lado izquierdo correspondía a un gran mueble de madera empotrado en la pared, con una altura aproximada de 1 m. El área blanca y gris del lado derecho correspondía a una gran ventana con vistas al campus.

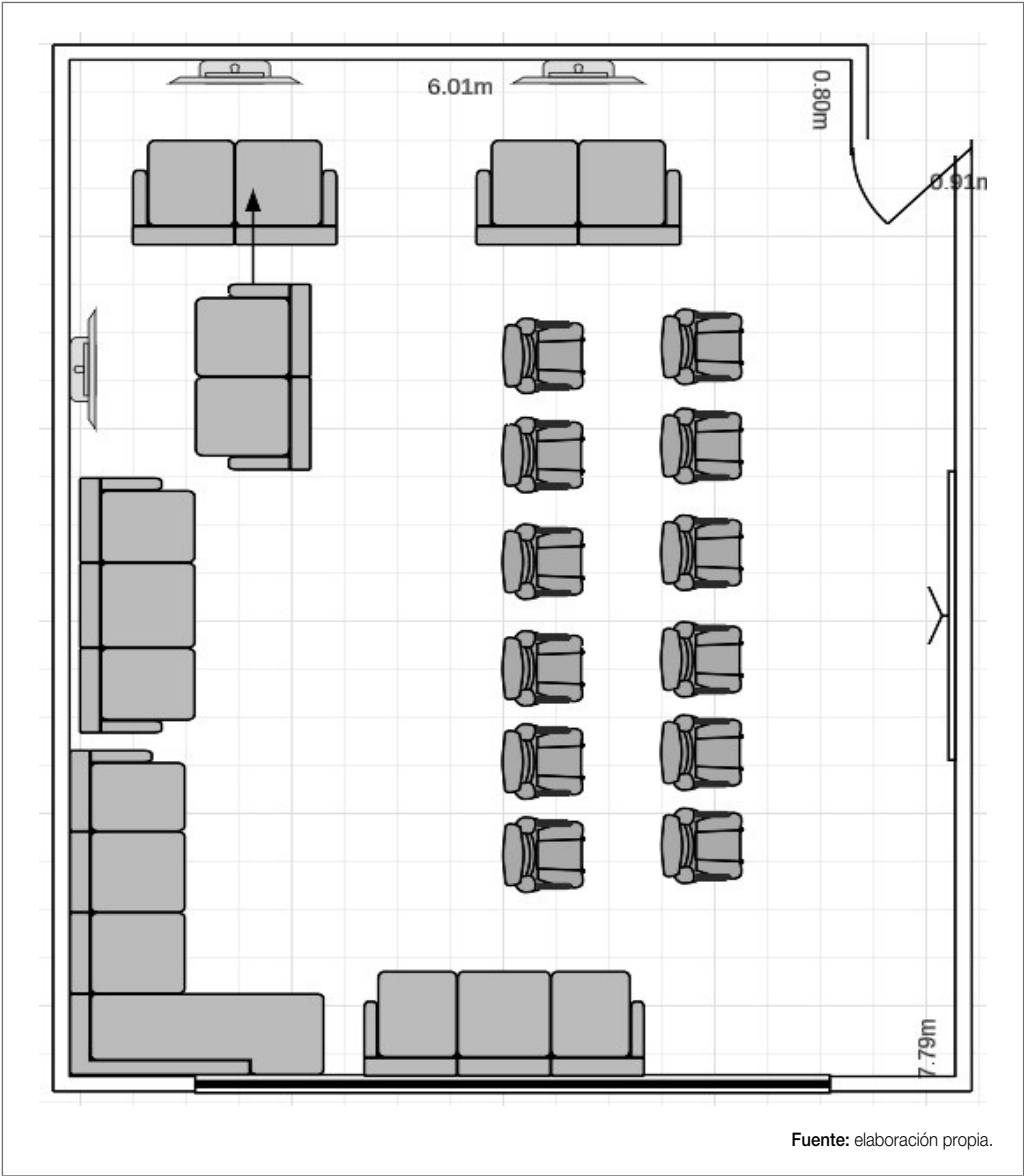
Figura 1. Plano base del salón



Fuente: elaboración propia.

Con las medidas ya establecidas, se usó la herramienta lucid.app para diseñar un *layout* inicial con los elementos que se enumeran a continuación: 3 sofás dobles (cada uno situado enfrente de un televisor), 2 sofás triples, 1 sofá grande de esquina, 12 sofás sencillos, 1 video-proyector con su respectiva pantalla de proyección y un suelo alfombrado (véase figura 2):

Figura 2. *Layout* propuesto para el espacio



Adicionalmente, los estudiantes sugirieron que el espacio tuviera algunos elementos extra, como consolas de videojuegos y ordenadores.

Basándose en lo anteriormente mencionado, se estimó un presupuesto para la adecuación del lugar que se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Presupuesto base para la adecuación del espacio multiusos

Elemento	Cantidad	SKU	VU (€)	VT (€)
Televisor (42 pulgadas)	3	Unidad	286	858
Consola (xBOX, PS, etc.)	3	Unidad	704	2.112
Proyector	1	Unidad	550	550
Pantalla para el proyector	1	Unidad	165	165
Sillón individual (pufs individuales)	12	Unidad	165	1.980
Sillón doble	3	Unidad	506	1.518
Sillón de gran formato	3	Unidad	770	2.310
Alfombra	60	m ²	30,80	1.848
Barra de sonido (opcional)	1	Unidad	176	176
Cableado de internet	20	m	0,37	7,48
Total				11.524,48

Nota. SKU (*stock keeping unit*), VU (valor unitario), VT (valor total) y m (metro).

Fuente: elaboración propia.

4.3. Fase de ejecución

Debido a la alta cantidad de dinero necesaria para la adecuación del espacio multiusos, se hizo necesario llevar a cabo la proyección de una prueba piloto con un presupuesto más austero. De este modo, tras consultar con los estudiantes de la universidad, se acordó que tal prueba piloto consistiría en un torneo de videojuegos que se celebraría en el marco de una de las actividades de la unidad de Bienestar Universitaria que se ejecutaría en el segundo semestre de 2024.

Bajo esta premisa, se calculó el precio que supondría alquilar los elementos necesarios para la prueba, es decir, televisores y consolas, que ascendería a una cantidad aproximada de 5.000.000 de pesos colombianos (1.112 € aproximadamente) para un evento de tres días seguidos.

El evento en cuestión fue planeado para llevarse a cabo durante la Semana de la Salud de UniCervantes, con el fin de garantizar la mejor cobertura posible del torneo. Para su planificación se contó con el apoyo de la unidad de Bienestar Universitario y con el Departamento de Logística. La unidad de Bienestar Universitario apoyó con la difusión del evento y ofreció dar algunos premios adicionales a los ganadores. Por su parte, el Departamento de Logística aportó algunos elementos necesarios para la ejecución de la prueba, lo que permitió reducir de forma sustancial el presupuesto calculado inicialmente. No fue necesario alquilar televisores y se pensó en aprovechar el mobiliario de la universidad, por lo que solo se requirió alquilar las consolas y comprar los premios para los ganadores. Todas estas acciones fueron muy importantes, ya que con ellas se demostró a la directiva universitaria que, para iniciativas como la mencionada, no era necesario un presupuesto demasiado grande; es decir, que, si se promovían eventos enfocados a los videojuegos, solo a modo de entretenimiento, no era necesario invertir mucho dinero.

Puntualmente, para el torneo se seleccionaron tres juegos: *Dragon Ball Z Figtherz* (combate), *Just Dance* (movimiento) y *FIFA* (simulador deportivo). El primer juego se escogió debido al reciente fallecimiento del maestro Akira Toriyama, creador de los personajes del juego, lo que incrementó el interés de algunas personas por el juego (y a modo de homenaje personal al *mangaka*); el segundo, para atraer al público femenino, tras observar que los torneos de este juego en concreto tenían mayor número de participantes femeninos; y el tercero, debido a su gran popularidad.

Las inscripciones al torneo se hicieron durante las dos primeras semanas del mes de septiembre de 2024, obteniéndose los resultados contenidos en el cuadro 2.

Cuadro 2. Estudiantes inscritos en el torneo por juego y género

Juego	Hombres	Mujeres	Total
<i>Dragon Ball Z Figtherz</i>	7	0	7
<i>Just Dance</i>	2	9	11
<i>FIFA</i>	15	1	16
Total	24	10	34

Fuente: elaboración propia.

Resalta el caso de un estudiante en particular que se inscribió a dos torneos (*Dragon Ball Z Figterz* y *FIFA*). Este participante fue retirado del torneo *FIFA* por dos razones:

- El estudiante estuvo lejos del desempeño mínimo aceptable durante el primer corte de su programa académico. De este modo, dada la sugerencia de la dirección de su programa, el alumno fue retirado.
- Se retiró al estudiante del juego más demandado (*FIFA*, en este caso) para dar espacio a un alumno más, quien se inscribió cuando ya se habían completado los 16 cupos disponibles.

Con el ánimo de medir la acogida que tendría el espacio en cada uno de los escenarios, se planeó dedicar un día a cada juego. Durante cada uno de los tres días, se registró a los asistentes y se hizo una encuesta de opinión sobre el torneo.

El torneo en cuestión se llevó a cabo los días 8, 9 y 10 de octubre de 2024, coincidiendo con la Semana de la Salud de la Institución. Dado que coincidieron diversas actividades académicas y deportivas durante el evento, hubo dificultades para lograr que los estudiantes se vincularan al torneo. Sin embargo, 32 de los 34 inscritos sí asistieron; algunos que se inscribieron fueron y participaron y la gran mayoría de estudiantes que no asistieron fueron reemplazados por otros que sí mostraron interés por participar.

Al finalizar cada jornada de la competición, a los participantes y asistentes se les solicitó cumplimentar una encuesta de satisfacción que fue respondida por un total de 23 personas (22 estudiantes y 1 docente, de los cuales, 17 fueron participantes y 6 meros observadores), arrojando los siguientes resultados:

- La mayoría de los participantes interesados en el torneo eran estudiantes de los programas de Contaduría Pública, Derecho, Finanzas y Negocios Internacionales, Ingeniería en Analítica de Datos y Trabajo Social.
- A todos los participantes les gustó la actividad, calificando con un 4,83 sobre 5 la organización del mismo y con un 4,70 sobre 5 el lugar.
- Todos los participantes manifestaron que les gustaría que el torneo se realizara anualmente y que les atraía la idea de competir contra otras universidades.
- En cuanto a aspectos negativos, una persona manifestó que la actividad distraía demasiado a los estudiantes y tres dijeron que el tiempo estimado para la actividad no fue el adecuado. Los demás no tuvieron comentarios negativos.
- En cuanto a los aspectos positivos, aunque hubo varias opiniones, las más destacadas aplaudieron el torneo como una alternativa novedosa para divertirse dentro de la universidad y para socializar con personas que compartieran sus mismos

gustos. Otros, como una oportunidad de desestresarse, afirmando que les gustaría que se repitiera. Hubo dos personas que manifestaron no tener nada positivo que decir respecto al torneo.

- De 23 personas entrevistadas, 21 afirmaron que sí les gustaría contar con este espacio y que consideraban necesario que la universidad dispusiera de un espacio cubierto dedicado al ocio y al entretenimiento digital. Los dos restantes respondieron que sí les gustaría disponer de ese espacio, pero que no lo consideraban necesario.

Así, con la ejecución del torneo, se pudo demostrar que los estudiantes agradecían que hubiera espacios diferentes a los habituales para socializar y divertirse. Los estudiantes que participaron, en todo momento, dieron prioridad a sus actividades de formación y en varias ocasiones se excusaron ante los organizadores por no poder asistir debido a tales actividades. Se considera que, a pesar de la poca divulgación del torneo y de que este coincidió con otras actividades previamente programadas y masivamente difundidas, la asistencia, el comportamiento de los estudiantes y los resultados fueron más que adecuados.

4.4. Fase de proyección

Por sugerencia de los departamentos que daban apoyo al proyecto (Bienestar Universitario, por un lado, y Logística, por otro), y de acuerdo con los hallazgos mostrados en la investigación anterior a la presente (Estacio *et al.*, 2023), se decidió establecer una serie de políticas para el espacio. Se tuvo en cuenta que estas políticas debían tener como propósitos:

- Evitar que los estudiantes se quedaran en el espacio en lugar de atender a sus deberes académicos.
- Fomentar el buen uso del salón, no solo para el descanso y el ocio, sino también para actividades académicas varias.
- Conservar el espacio en condiciones óptimas, para su buen disfrute.

De tal modo, las políticas sugeridas para el espacio fueron las siguientes:

A) Políticas de uso en el salón de ocio y entretenimiento digital

- Los usuarios del espacio deberían quitarse el calzado antes de entrar y dejarlo en uno de los espacios designados. Por ello, deberían mantener una buena higiene personal para no perturbar a otras personas (siempre y cuando el suelo del espacio estuviera alfombrado).

- Los usuarios deberían limitar el volumen de los equipos disponibles y de sus conversaciones, de modo que no se perturbaran las actividades de los espacios cercanos ni el descanso de otros usuarios.
- El espacio podría usarse para varias actividades de forma simultánea o reservarse para una sola actividad, en cuyo caso los demás equipos tendrían que permanecer inactivos. En el segundo caso, el espacio debería reservarse y los horarios de uso exclusivo tendrían que publicarse a la entrada del salón.
- El espacio podría aprovecharse para los siguientes usos:
 - Jugar con videojuegos.
 - Ver películas y eventos culturales o deportivos en gran pantalla.
 - Llevar a cabo torneos de videojuegos, internos o interinstitucionales.
 - Ejecutar actividades asociadas con el cinefórum.
- Todo usuario debía velar por el buen uso de las instalaciones del espacio (sillas, muebles, sofás, alfombrado, etc.) y de los equipos (videoproector, pantallas, consolas, controles, periféricos, conexiones, cables, etc.).

B) Políticas de permanencia en el salón de ocio y entretenimiento digital

- Todo estudiante que hiciera uso del espacio debería registrar su entrada con datos básicos y dar a conocer su horario semanal (al menos la primera vez, entregando su horario físico).
- Ningún estudiante/docente podría hacer uso del espacio en momentos en los que, según su horario, debería estar en clase.
- Se limitaba el tiempo de permanencia en el espacio de estudiantes/docentes a 90 minutos, extensible a 120 minutos si el usuario no tuviera compromisos académicos próximos.
- El usuario debería retirarse del espacio en el momento en que la persona encargada del mismo, u otra autoridad dentro del campus, se lo indicara.

C) Prohibiciones y sanciones en el salón de ocio y entretenimiento digital

- Se prohibía el consumo de cualquier tipo de alimento o bebida dentro del espacio, sin excepciones.
- Se prohibía el uso de equipos de entretenimiento digital a estudiantes que fueran vetados desde Bienestar Universitario o desde Registro y Control. Esto podía

deberse a varios motivos: inasistencia, bajo rendimiento académico, desobedecer las normas, desacato a la autoridad de la persona encargada o cualquier otra razón que Bienestar Universitario o Registro consideraran idónea.

- Se prohibía el uso de las consolas para jugar con videojuegos de contenido sexual explícito, violencia gráfica o demás videojuegos prohibidos desde la unidad de Bienestar Universitario.
- Se prohibía la permanencia de estudiantes que, sin la autorización expresa de su docente, en un momento concreto tuvieran que estar en clase.
- Se prohibía la permanencia de cualquier estudiante por un lapso superior al estipulado en el reglamento.
- Se prohibía la permanencia de estudiantes en el espacio a puerta cerrada o sin la supervisión de una persona encargada y designada por Bienestar Universitario o por Logística.
- Desobedecer las normas anteriormente descritas provocaría que el estudiante que incurriese en ellas sería vetado a la hora de usar el espacio durante lo que quedara del semestre en curso, además de las sanciones disciplinarias que pudieran tener lugar de acuerdo con el reglamento estudiantil vigente, una vez determinado su nivel de gravedad.

5. Discusión

El texto de Nieto Rey y Ramírez Ospina (2019) resultó ser un buen insumo para la elaboración de la propuesta, toda vez que los desafíos que afrontaron sus autores hasta ahora tenían como finalidad última sobrepasar las barreras que la institución universitaria pudiera poner al proyecto.

Investigaciones como la de Chacón Cuberos *et al.* (2017) funcionan como faro para detectar, prever y prevenir actuaciones que pondrían a UniCervantes en riesgo de provocar una disminución en el rendimiento académico de sus estudiantes. Tras reflexionar sobre esta investigación, se espera que, con la redacción, la adopción y el seguimiento de políticas de uso y permanencia, se consiga un uso responsable por parte de los estudiantes, de modo que como mencionan Olazábal Boggio y Zegarra Mendoza (2017), este espacio sea usado y disfrutado sin consecuencias negativas. Tal y como Pascucci (2015) mencionaba en su investigación, tener espacios de ocio y entretenimiento sería de gran utilidad para relacionarse entre estudiantes que compartan los mismos *hobbies* (fútbol, películas, videojuegos, etc.), en un ambiente sano y controlado, además de relajarse y distender su mente. Se espera, por lo tanto, que los estudiantes de UniCervantes gocen y aprovechen el salón de entretenimiento digital, minimizando en todo lo posible las consecuencias ne-

gativas. Los beneficios que suponen los momentos de ocio para una mente en proceso de formación encuentran un buen ejemplo en lo mencionado por Stuckley:

El 15 de abril de 1726, visité a Sir Isaac en su casa, situada en el conjunto de edificios Orbell, en Kensington. Comí con él y pasé el día con él a solas [...] Después de la comida, como el tiempo estaba agradable, salimos al jardín a tomar el té, bajo la sombra de unos manzanos, solos, él y yo. En medio de otra conversación, me dijo que se encontraba en la misma situación como cuando antes se le había ocurrido la idea de la gravitación. Había sido provocada por la caída de una manzana mientras se hallaba entregado a una actitud contemplativa (citado por Smart, 2013, p. 60).

Con esto, Smart ejemplificaba los beneficios que puede tener el ocio para una persona. Dedicar tiempo a «no hacer nada» puede conllevar beneficios que permiten el libre transcurrir de las ideas, el descanso mental, la socialización, etc., tal como fue demostrado por Gómez León (2024). Del mismo modo que en la experiencia descrita por la autora, se demostró que dedicar tiempo al ocio digital puede favorecer la reducción del estrés y la socialización, al tratarse de un entorno no académico –aunque sujeto a las reglas básicas del espacio universitario– que permite a los estudiantes interactuar de forma diferente y canalizar elementos como su agresividad contenida, su estrés, su competitividad, etc.

Así, el proyecto que se describe en este documento obedece a los parámetros necesarios para que los estudiantes gocen de un espacio de libre uso para ellos y, a la vez, cuenta con unas políticas útiles para minimizar los elementos perjudiciales que este espacio podría acarrear.

Inicialmente, el espacio estaba pensado para el uso de videojuegos como actividad de ocio y socialización. Sin embargo, el proyecto fue evolucionando a partir de la idea inicial, pasando de un espacio para jugar a uno destinado al juego, al entretenimiento y al ocio, lo que configura una mejor idea que la inicial.

Durante la ejecución de la prueba piloto quedó demostrado que, por más atractiva que parezca la idea de ir a la universidad a jugar, los estudiantes de UniCervantes poseen la madurez suficiente para comprender que los momentos de ocio son importantes y que lo primordial es su formación académica, lo que en principio generaba temores.

6. Conclusiones

Resulta interesante la evolución que tuvo el proyecto a lo largo de su conformación. Durante el tiempo que duró la investigación, se fue desvelando que las preferencias de los estudiantes no necesariamente pasaban por el uso de los videojuegos, pero sí convergían

en la necesidad de un espacio cubierto y cálido donde entretenerse de diversas formas, dejando los videojuegos como una alternativa más, aunque en este caso era la alternativa principal. Lo que los estudiantes de UniCervantes desean es tener un espacio de descanso y diversión alternativo a las canchas de baloncesto y demás espacios abiertos que el campus universitario ofrece.

La propuesta que se expone en este estudio de investigación tiene un gran potencial en términos de impacto en los estudiantes y en su forma de interactuar entre sí, y se espera que su estructura resulte suficientemente atractiva para los directivos de la Fundación Universitaria UniCervantes.

La propuesta, en caso de ser aprobada y ejecutada, dará a los estudiantes de la institución un espacio no académico adicional a los que ya se encuentran disponibles, ofreciendo, como beneficios, disponer de un espacio cubierto, cálido y acogedor para compartir con personas que compartan gustos similares, y equipado para el descanso y el disfrute del tiempo ocioso en la universidad con diferentes actividades relacionadas con el entretenimiento digital.

Por otro lado, los aspectos negativos que este espacio y sus actividades asociadas podrían acarrear a la comunidad estudiantil estarían controlados a través de las políticas de uso, cuyo fin es reducir al mínimo posible que los usuarios dejen sus deberes académicos a cambio de un empleo irresponsable del espacio.

Otras instituciones colombianas, como la Universidad Antonio Nariño, el Politécnico Gran Colombiano, la Universidad EAFIT y la Universidad de Antioquia, entre otras, han implantado espacios lúdicos del mismo estilo y han obtenido buenos resultados, por lo que hay confianza en que UniCervantes no será la excepción.

Referencias bibliográficas

- Chacón Cuberos, R., Zurita Ortega, F., Martínez Martínez, A., Castro Sánchez, M., Espejo Garcés, T. y Pinel Martínez, C. (2017). Relación entre factores académicos y consumo de videojuegos en universitarios. Un modelo de regresión. *Revista de Medios y Educación*, 50, 109-121. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36849882007>
- Congreso de la República de Colombia. Cámara de Representantes. (2023). *Ponencia para primer debate en la Cámara de Representantes al Proyecto de Ley 007 de 2023-«Ley de los e-sports»*,

- acumulado con el proyecto de Ley 044 de 2023-«Deportes electrónicos». [https://www.camara.gov.co/sites/default/files/2023-10/Ponencia%20primer%20debate%20pl.%20007%20de%202023%20-Acum%20044%20de%202023%20\(oct.%203,%2016-00%20H.\).pdf](https://www.camara.gov.co/sites/default/files/2023-10/Ponencia%20primer%20debate%20pl.%20007%20de%202023%20-Acum%20044%20de%202023%20(oct.%203,%2016-00%20H.).pdf)
- Cuenca, M. (2011). El ocio como ámbito de educación social. *Educación Social*, 47, 25-40. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/29052/00920113012788.pdf?sequence=1>
- Dellepiane, P. (2024). Reseña bibliográfica del libro *Los videojuegos como cultura: identidad y experiencia en el mundo actual*, de D. Muriel y G. Crawford (Autores). *Tecnología, Ciencia y Educación*, 29, 169-172. <https://www.tecnologia-ciencia-educacion.com/index.php/TCE/article/view/21545>
- Estacio, C., Navarrete, J. V., Aponte, J. P. y Ortiz, S. (2023). Beneficios del uso de los e-sports o deportes electrónicos como actividad de bienestar en instituciones de educación superior colombianas. *Vía Innova*, 147-164. <https://doi.org/10.23850/2422068X.5953>
- Eurogamer España. (2022). Los videojuegos me salvaron la vida [vídeo de YouTube]. <https://www.youtube.com/watch?v=XD6KFWvUxpg>
- Gómez León, M. I. (2024). Eficacia de los videojuegos en la regulación emocional de los estudiantes. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 29, 31-58. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.21317>
- González Vázquez, A. e Igartúa, J. J. (2018). ¿Por qué los adolescentes juegan videojuegos? Propuesta de una escala de motivos para jugar videojuegos a partir de la teoría de usos y gratificaciones. *Cuadernos.Info*, 42, 135-146. <https://doi.org/10.7764/cdi.42.1314>
- Meatze. (2020). *Crecimiento de la industria del videojuego durante la crisis del COVID-19*. <https://www.meatze.eus/noticias/crecimiento-de-la-industria-del-videojuego-durante-la-crisis-del-covid-19/>
- Morillo, V. (2024). El mejor documental del año está en Netflix: Mats Steen, el joven que vivió la vida real dentro de un videojuego. *elespanol.com*. https://www.elespanol.com/series/netflix/20241027/gracias-avatar-wow-mats-steen-vivio-vida-real-plena-mejor-documental-netflix/896660396_0.html
- Nieto Rey, N. y Ramírez Ospina, H. D. (2019). *Cultura gamer y videojuegos: espacio académico-deportivo de eSports en la Fundación Universitaria Los Libertadores*. Fundación Universitaria Los Libertadores: <https://repository.libertadores.edu.co/items/24f1b38b-8039-461d-aaf2-deea09ea9209>
- Olazábal Boggio, R. D. y Zegarra Mendoza, V. E. (2017). Procrastinación e intereses a los videojuegos en ingresantes a la escuela de psicología de una universidad privada. *PAIAN*, 8(1), 4 -14. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9390928>
- Pascucci, M. (2015). Los jóvenes universitarios y el ocio. *European Scientific Journal*, 11(10), 116-127. <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/5551>
- Ree, B. (Dir.). (2024). *La singular vida de Ibelin* [película]. Netflix. <https://www.netflix.com/co/title/81759420>
- Salazar Gaitán, I. (2023). En Colombia hay cerca de 10 millones de gamers activos, no solo en consolas o PC. *La República*. <https://www.larepublica.co/empresas/inside-lr-con-edgar-herandez-leon-gerente-de-xbox-para-colombia-y-la-region-quien-hablo-sobre-los-cambios-de-la-marca-3726305#:~:text=Tenemos%20un%20gran%20rango%20de,de%2018%20a%2035%20a%C3%B1os>

- Smart, A. J. (2013). *El arte y la ciencia de no hacer nada*. librosmaravillosos.com. <http://www.libros-maravillosos.com/elarteylacienciadenohacernada/pdf/El%20arte%20y%20la%20ciencia%20de%20no%20hacer%20nada%20-%20Andrew%20Smart%20.pdf>
- Universidad Andina Simón Bolívar-Ecuador. (2021). *El coronavirus fortalece la industria de los videojuegos*. <https://www.uasb.edu.ec/ciberderechos/2021/06/15/el-coronavirus-fortalece-la-industria-de-los-videojuegos/>
- World Vision. (2022). *Mira 10 maneras en que tus hijos pueden aprender jugando*. World Vision Costa Rica. <https://www.worldvision.cr/blog/aprender-jugando-10-ventajas-del-juego-para-la-socializacion>

 **Camilo Estacio.** Ingeniero industrial con maestría en Pedagogía y doctorando en Educación. Cuenta con experiencia en investigación y docencia universitaria en áreas como las ciencias básicas, la estadística y la logística. Es autor de múltiples artículos académicos y ponencias internacionales relacionadas con *eSports* y videojuegos y su impacto en la educación. Ha liderado semilleros de investigación y ha contribuido al diseño de programas académicos. Sus habilidades incluyen análisis de datos, modelado y diseño CAD. Actualmente, es docente investigador en UniCervantes y participa en proyectos interdisciplinarios vinculados a la educación y a la tecnología.

Herramienta para la resolución y simulación de problemas físicos sobre choques en una y dos dimensiones con fines de uso didáctico e interactivo

María del Pilar Cuenca Marcano (autora de contacto)

Profesora de la Universidad Metropolitana (Caracas, Venezuela)
pcuenca@unimet.edu.ve | <https://orcid.org/0000-0002-1029-1919>

Salomón Mizrachi Cohén

Profesor de la Universidad Metropolitana (Caracas, Venezuela)
smizrachi@unimet.edu.ve | <https://orcid.org/0009-0004-8895-8025>

Gabriela Banezca Luces

Graduada en Ingeniería de Sistemas por la Universidad Metropolitana (Caracas, Venezuela)
gbanezca.dev@gmail.com | <https://orcid.org/0009-0001-2232-7261>

José Villegas Vera

Graduado en Ingeniería de Sistemas por la Universidad Metropolitana (Caracas, Venezuela)
josevillegasvera@gmail.com | <https://orcid.org/0009-0009-8868-5537>

Extracto

El estudio de la física presenta desafíos para estudiantes y docentes (hombres y mujeres). Implica comprender y predecir el comportamiento natural a través de leyes asociadas a la experimentación. Las simulaciones ofrecen oportunidades para el aprendizaje práctico y la exploración de conceptos abstractos al permitir crear situaciones ideales, manipular variables y observar su impacto en fenómenos concretos. El propósito de este trabajo es crear un laboratorio de física virtual sobre colisiones entre partículas con la finalidad de ayudar a los estudiantes de los primeros cursos de Física universitaria a comprender estos conceptos a través de representaciones visuales y el proceso matemático asociado. Se evalúa la viabilidad y eficacia de utilizar un motor de videojuegos para el desarrollo rápido de un simulador que represente con precisión distintos tipos de colisiones, aprovechando que el uso de colisiones es parte fundamental del motor.

El proyecto consiste en una investigación aplicada, orientada a resolver problemas prácticos mediante la creación de un *software* específico. Se inició con una revisión bibliográfica, considerando aspectos pedagógicos y técnicos, y continuó con el desarrollo del *software*, empleando Scrum para crear un producto mínimo viable. Se utilizó el motor de juegos Unity. El simulador permite generar problemas personalizados y consta de cuatro módulos que muestran el comportamiento de las partículas antes y después de la colisión, tanto gráfica como matemática y vectorialmente.

Palabras clave: colisiones; simulador; física; enseñanza; Unity; aprendizaje; Scrum.

Recibido: 15-03-2024 | Aceptado: 19-12-2024 | Publicado (anticipado): 24-02-2025

Cómo citar: Cuenca Marcano, M.^a P., Mizrachi Cohén, S., Banezca Luces, G. y Villegas Vera, J. (2025). Herramienta para la resolución y simulación de problemas físicos sobre choques en una y dos dimensiones con fines de uso didáctico e interactivo. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 31, 169-193. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.21499>

Software for solving and simulating physical problems about collisions in one and two dimensions for educational and interactive use purposes

María del Pilar Cuenca Marcano (corresponding author)

Professor at the Universidad Metropolitana (Caracas, Venezuela)
pcuenca@unimet.edu.ve | <https://orcid.org/0000-0002-1029-1919>

Salomón Mizrachi Cohén

Professor at the Universidad Metropolitana (Caracas, Venezuela)
smizrachi@unimet.edu.ve | <https://orcid.org/0009-0004-8895-8025>

Gabriela Banezca Luces

Graduated in Systems Engineering from the Universidad Metropolitana (Caracas, Venezuela)
gbanezca.dev@gmail.com | <https://orcid.org/0009-0001-2232-7261>

José Villegas Vera

Graduated in Systems Engineering from the Universidad Metropolitana (Caracas, Venezuela)
josevillegasvera@gmail.com | <https://orcid.org/0009-0009-8868-5537>

Abstract

The study of physics presents challenges for students and teachers (men and women). It involves understanding and predicting natural behavior through laws associated with experimentation. Simulations provide opportunities for hands-on learning and exploration of abstract concepts by allowing the creation of ideal situations, manipulating variables, and observing their impact on concrete phenomena. The purpose of this work is to create a virtual physics laboratory on particle collisions to help students in the first courses of university Physics to understand these concepts through visual representations and the associated mathematical process. The feasibility and effectiveness of using a video game engine for the rapid development of a simulator that accurately represents different types of collisions is evaluated, taking advantage of the fact that the use of collisions is a fundamental part of these.

The project is applied research, oriented to solve practical problems through the creation of specific software. It started with a bibliographic review, considering pedagogical and technical aspects, followed by the development of the software using Scrum to create a minimum viable product. The Unity game engine was used. The simulator allows the generation of customized problems and consists of four modules that show the behavior of the particles before, during and after the collision, graphically, mathematically and vectorially.

Keywords: collisions; simulator; physics; teaching; Unity; learning; Scrum.

Received: 15-03-2024 | Accepted: 19-12-2024 | Published (preview): 24-02-2025

Citation: Cuenca Marcano, M.^a P., Mizrachi Cohén, S., Banezca Luces, G. and Villegas Vera, J. (2025). Software for solving and simulating physical problems about collisions in one and two dimensions for educational and interactive use purposes. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 31, 169-193. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.21499>

Sumario

- 1. Introducción
- 2. Objetivo
 - 2.1. Preguntas de investigación
 - 2.2. Alcance de la investigación
- 3. Método
- 4. Resultados
 - 4.1. Requerimientos
 - 4.2. Selección de las herramientas de desarrollo
 - 4.3. Desarrollo del simulador
 - 4.3.1. Modelador
 - 4.3.2. Simulador
 - 4.3.3. Solucionador
 - 4.3.4. Diagrama
 - 4.4. Validación del simulador
 - 4.5. Distribución web
- 5. Discusión
- 6. Conclusiones

Nota: con la finalidad de distribuir la aplicación de este proyecto académico entre estudiantes y profesores de forma pública, se tomó la decisión de subir dicha aplicación a Itch.io, una plataforma web especializada en la distribución de contenido interactivo. Repositorio: joseiv.itch.io/simulador-de-colision

1. Introducción

Los primeros cursos de Física constituyen un reto, tanto para el que los sigue como para los docentes encargados de impartir esas asignaturas. El quid del asunto está en que para aprender física no basta con la simple memorización de hechos ni con la aplicación de fórmulas. De manera abreviada, la física trata de explicar y predecir el comportamiento de la naturaleza mediante leyes. Las leyes están definitivamente asociadas a la experimentación. Para enseñar física es entonces necesario explicar sus leyes y mostrar su aplicación mediante diversos experimentos, pero esto no es siempre posible o conveniente, incluso para el caso de escenarios cotidianos. Empleando los problemas como «experimentos», el estudiante puede, a su vez, desarrollar el razonamiento lógico y la habilidad indispensable para entender la física (Elizondo Treviño, 2013).

Los simuladores educativos son útiles para investigar sistemas físicos de forma controlada y para el aprendizaje de conceptos abstractos, no solo porque permiten visualizar fenómenos que de otra forma podrían ser inaccesibles, sino también porque facilitan un aprendizaje de los conceptos y principios basado en la investigación de los estudiantes y apoyado en el uso de procedimientos propios del trabajo científico. Los simuladores educativos son especialmente útiles para investigar sistemas físicos, ya que permiten a los alumnos visualizar los fenómenos e interactuar con ellos, lo que conduce a mejorar la interpretación de los conceptos físicos, que pueden resultar difíciles para los estudiantes (Barragán Suescún, 2020; Kortemeyer, 2023; Makamu y Ramnarain, 2022; Pérez-Higuera *et al.*, 2020). Estos proporcionan herramientas para que los alumnos pongan en práctica las teorías aprendidas por medio de simulaciones aplicadas a problemas físicos complejos del mundo real (Barragán Suescún, 2020; Carangui Cárdenas *et al.*, 2017). La simulación es una herramienta eficaz para la enseñanza de la física, ya que mejora la interacción y comprensión de sistemas complejos. Sin embargo, es crucial utilizar una metodología apropiada para obtener resultados satisfactorios, en particular debido a que los modelos de simulación representan realidades simplificadas, por lo que es importante ajustar adecuadamente los parámetros de simulación para lograr un análisis adecuado (Boettcher y Behr, 2021; Elizondo Treviño, 2013; Prado Martínez, 2008).

La integración de herramientas informáticas en la educación puede tener múltiples beneficios. Estas herramientas pueden aumentar la participación activa de los estudiantes, proporcionarles una retroalimentación personalizada y ayudarles a identificar áreas de mejora. Además, permiten medir no solo los conocimientos adquiridos, sino también el proceso de aprendizaje, lo que contribuye a una evaluación más integral. Los entornos virtuales se utilizan en educación para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y para desarrollar

habilidades interpersonales, facilitando una comunicación e interacción más eficiente. Sin embargo, su implementación puede generar resistencia al cambio (Isela Aguilar Vargas y Otuyemi Rondero, 2020; López-Mera *et al.*, 2021; Otto *et al.*, 2023). Por su parte, las metodologías ágiles son útiles en la educación en entornos VUCA (volátiles, inciertos, complejos y ambiguos), ya que fomentan la autonomía y autorregulación de los estudiantes, la colaboración y el aprendizaje basado en proyectos; en particular, si estos proyectos están enfocados en desafíos reales y complejos (Monfort Salvador y E-Martín, 2022; Salimzyanova, 2022; Torres-Blasco y Pérez-Garcías, 2023).

En los videojuegos, las colisiones entre objetos tienen una relevancia primordial. Gracias a sus motores, se logran representaciones visuales precisas de diferentes tipos de colisiones. Utilizar esos motores para desarrollar simulaciones educativas de colisiones en una y dos dimensiones es una opción viable y eficaz que permite satisfacer necesidades específicas de la enseñanza de la física. Las colisiones entre objetos se rigen por el principio de conservación del momento lineal, un concepto fundamental en física que, por su naturaleza vectorial, suele ser complejo para los estudiantes de Física elemental. Los motores de física de los videojuegos implementan este principio para representar los choques de manera realista. Aprovechando las capacidades de los videojuegos, se diseñó una simulación para visualizar y comprender el principio de conservación del momento lineal. La simulación permite concebir de forma atractiva el fenómeno de las colisiones; manipular variables como la masa, la velocidad, el momento y el tipo de colisión; experimentar con diferentes escenarios y condiciones, y ofrecer soluciones numéricas que permiten comparar los resultados de la simulación con las predicciones teóricas. Una ventaja importante de esta herramienta educativa es que permite a los estudiantes avanzar a su propio ritmo; además, promueve la exploración de diferentes condiciones y estimula el interés por la física.

2. Objetivo

El objetivo general (OG) de este estudio de investigación es el siguiente:

OG. Implementar una herramienta interactiva que permita a profesores y alumnos resolver y simular problemas de colisión unidimensionales o bidimensionales.

El *software* debe permitir la personalización de los problemas. La personalización de los problemas es especialmente importante en el *software* educativo, donde los alumnos tienen distintos niveles de competencia y estilos de aprendizaje. Al permitir a los profesores crear problemas adaptados a las necesidades del alumno, el *software* educativo puede proporcionar un enfoque más individualizado del aprendizaje.

2.1. Preguntas de investigación

Se plantean las siguientes preguntas de investigación (P):

P1. ¿Es viable y eficaz utilizar un motor de videojuegos para el desarrollo rápido de un simulador de colisiones en una y dos dimensiones que sea capaz de apoyar tanto a estudiantes como a profesores de Física de la Universidad Metropolitana en el proceso de aprendizaje y que permita la visualización, resolución y personalización de los problemas?

P2. ¿Cómo se pueden adaptar y personalizar las funcionalidades del motor de videojuegos para satisfacer las necesidades específicas de la enseñanza de la física de colisiones en una y dos dimensiones?

2.2. Alcance de la investigación

El *software* permitirá visualizar en 3D simulaciones de choques unidimensionales y bidimensionales, lo que facilitará una mayor interacción con el usuario. Los choques que se van a simular seguirán la metodología propuesta por el Departamento de Física de la Universidad Metropolitana (Caracas, Venezuela). El público objetivo de este *software* son estudiantes y profesores de la asignatura de Física.

La estrategia más eficiente para el desarrollo rápido de un simulador de colisiones que integre funcionalidades específicas y valiosas para mejorar la enseñanza de la física en los primeros cursos universitarios implica aprovechar las ventajas gráficas y físicas de los motores de videojuegos. Al hacerlo, se logra crear una herramienta interactiva y visualmente atractiva que resulta útil para estudiantes y profesores, sin necesariamente validar su impacto directo en el proceso de aprendizaje.

3. Método

El trabajo consiste en una investigación aplicada que busca la resolución de problemas prácticos a través de la aplicación de conocimientos y tecnologías disponibles, destinada a crear un *software* capaz de resolver un problema específico (Hernández Sampieri *et al.*, 2014).

Se inició con una fase de revisión bibliográfica de conceptos relevantes con el objetivo de generar un marco referencial para el abordaje del simulador, considerando los aspectos pedagógicos y técnicos para el desarrollo del *software*. Se examinaron simuladores existentes, las arquitecturas de aplicaciones similares, patrones de diseño y la teoría fundamental de la física sobre colisiones y sus implicaciones prácticas. A continuación, se inició la fase de desarrollo del *software* con el levantamiento de los requerimientos del Departamento de Física. Seguidamente, se seleccionó la plataforma para la elaboración del simulador y se

diseñó la arquitectura que permitiera satisfacer las funciones principales de mapeo, análisis, resolución y visualización de problemas de choque.

Para el desarrollo del *software* se utilizó el *framework*¹ ágil Scrum, ampliamente utilizado debido a sus beneficios en productividad, calidad y satisfacción del cliente (Scott y Campo, 2023; Torres-Blasco y Pérez-Garcías, 2023). Scrum es un marco de gestión de proyectos que utiliza un enfoque empírico y un proceso iterativo e incremental (Schwaber y Sutherland, 2020). Tiene ciclos iterativos llamados *sprints*, en los que equipos autogestionados completan tareas previamente acordadas en periodos predeterminados. Se realizan reuniones diarias de planificación, revisión y retrospectiva que fomentan la transparencia, la responsabilidad y la mejora continua. Esto permite a los equipos adaptarse rápidamente a cambios en los requisitos del proyecto (Chandra *et al.*, 2021; Rodrigues de Oliveira *et al.*, 2023). El proceso de desarrollo del simulador siguió una metodología incremental con el objetivo de satisfacer los requisitos de los profesores para generar un producto mínimo viable (*minimum viable product* [MVP]). Un MVP es un producto con un número mínimo pero suficiente de funciones para que los usuarios finales lo utilicen y puedan evaluar el producto en términos de su funcionalidad y facilidad de uso (Alonso *et al.*, 2023; Umbreen *et al.*, 2022). En este proyecto se realizaron *sprints* de dos semanas y se contó con un profesor del Departamento de Física en el rol de propietario del producto. Los métodos ágiles como Scrum mejoran la comunicación, colaboración y productividad en el desarrollo del *software*. Permiten reducir errores, riesgos y costos al facilitar la resolución de problemas complejos y adaptarse rápidamente a los cambios. Además, mejoran la eficiencia y los procesos de toma de decisiones. La planificación de *sprints* también mejora la calidad general del desarrollo, incluyendo entornos virtuales (Chandra *et al.*, 2021; González-González *et al.*, 2015; Monfort Salvador y E-Martín, 2022; Rodrigues de Oliveira *et al.*, 2023; Torres-Blasco y Pérez-Garcías, 2023).

El Departamento de Física se encargó de establecer y supervisar continuamente los requisitos de desarrollo del *software*, utilizando historias de usuario para crear y priorizar el *product backlog*. El enfoque MVP permitió la detección y corrección temprana de errores, mejoras incrementales y una estrecha participación de las partes interesadas, garantizando la generación de valor y la adaptación a las demandas académicas. El trabajo en equipo aportó diversidad de perspectivas, enriqueciendo la definición del producto (Monfort Salvador y E-Martín, 2022). Con el fin de satisfacer las necesidades gráficas y de representación de las leyes de la física en el proyecto, se decidió emplear un motor de videojuegos. Los motores de videojuegos son plataformas de *software* que proporcionan un conjunto de herramientas de programación para el diseño y la creación de juegos. Estos motores integran sistemas de cálculo de física en dos y tres dimensiones, que permiten simular leyes físicas y gestionar colisiones de manera realista. El entorno de programación de videojuegos provee un ambiente versátil e integral lo suficientemente robusto como para permitir el desarrollo de las funcionalidades requeridas por el Departamento de Física.

¹ Conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios para enfocar un tipo de problemática particular que sirve como referencia para enfrentar y resolver nuevos problemas de índole similar.

Para este proyecto en particular, se evaluaron varias herramientas de desarrollo, considerando cinco criterios: capacidad gráfica; capacidad de emular o integrar un motor de física en 3D; compatibilidad con distintas plataformas; facilidad de uso, evaluada como contar con una curva de aprendizaje corta; y disponibilidad de documentación completa y actualizada. Adicionalmente, se estableció la necesidad de acceso gratuito a la tecnología. Los patrones de diseño de *software* se utilizaron para definir la arquitectura del proyecto, asegurando la implementación de buenas prácticas en su desarrollo (Hernández-Paez *et al.*, 2018; Jiménez-Torres *et al.*, 2014). El uso de patrones de diseño para videojuegos mejora la arquitectura y funcionalidad del *game engine*. Su implementación optimiza la interacción y el funcionamiento de los elementos del juego, lo que contribuye al rendimiento del *software*. Además, propicia un proceso de desarrollo eficiente, facilita el mantenimiento y la escalabilidad y mejora la comprensión y el mantenimiento del *software* (Chover *et al.*, 2020).

Al utilizar la metodología Scrum en la fase de desarrollo del simulador, se logró, para cada iteración, planificar y priorizar los requisitos especificados en historias de usuario. Durante cada *sprint* se siguió un ciclo de planificación, desarrollo, revisión y retrospectiva, lo que fomenta una comunicación frecuente entre el equipo de desarrollo, el dueño del producto y las partes interesadas, conformadas por los profesores del Departamento de Física. Esto permitió adaptar el simulador de acuerdo con las expectativas de los profesores y realizar ajustes en cada iteración, logrando una entrega de valor continua. Al final de cada *sprint*, se obtuvo un incremento funcional del simulador, lo que facilitó la retroalimentación temprana y la validación del simulador.

Las pruebas de *software* se integran en el proceso de desarrollo de manera iterativa e incremental, lo que permite identificar y corregir problemas y refinar los requerimientos a medida que evoluciona el proyecto. Cada incremento de *software* debe ser probado para garantizar su correcto funcionamiento y cumplimiento de los criterios de aceptación. Se realizaron pruebas funcionales, de integración y aceptación. Las pruebas de aceptación se llevaron a cabo para validar que el simulador de colisiones cumplía con los requisitos definidos por el propietario del producto. Estas pruebas se basaron en escenarios de uso reales. Al final de cada *sprint*, se realizó una retrospectiva para evaluar el proceso de desarrollo y las pruebas ejecutadas. Se identificaron oportunidades de mejora y se implementaron acciones correctivas para refinar la especificación de las historias de usuario en el *backlog* y el proceso de desarrollo en los siguientes *sprints*.

El MVP del simulador de colisiones desarrollado satisfizo los requerimientos funcionales de los profesores del Departamento de Física en términos de funcionalidad para el proceso educativo y de las características técnicas del simulador. El desarrollo incremental permitió obtener retroalimentación temprana de los usuarios, por lo que se adaptaron las características funcionales a medida que se desarrollaba y evaluaba el simulador. Esta validación de los requerimientos funcionales fue esencial para garantizar que el simulador cumplía con los objetivos educativos y las necesidades específicas de los profesores del Departamento de Física de la Universidad Metropolitana.

4. Resultados

La adaptación y personalización de motores de videojuegos para el desarrollo de simuladores para la enseñanza de la física de colisiones implica un entendimiento profundo de las herramientas de simulación física que estos ofrecen y cómo estas pueden ser ajustadas para cumplir con objetivos educativos específicos. Con la correcta implementación, los motores de videojuegos tienen el potencial de hacer el aprendizaje más interactivo, atractivo y efectivo.

4.1. Requerimientos

Se estableció como MVP un producto con las siguientes características:

- **Flexibilidad.** El simulador debe ser capaz de ajustarse a diferentes niveles de enseñanza y contenidos curriculares, permitiendo a los profesores personalizar y ajustar los escenarios de colisiones según las necesidades específicas de sus estudiantes.
- **Interactividad.** El simulador debe ofrecer una experiencia interactiva que permita a los estudiantes explorar y experimentar con diferentes parámetros y variables relacionadas con las colisiones. Debe proporcionar retroalimentación inmediata y visual para ayudar a los estudiantes a comprender los conceptos de manera efectiva.
- **Variedad de escenarios.** El simulador debe ofrecer una amplia gama de escenarios de colisiones que cubran diferentes situaciones y conceptos de la física de colisiones.
- **Análisis de datos.** El simulador debe permitir a los estudiantes recopilar y analizar datos relacionados con las colisiones, como velocidad, masa y energía. Debe proporcionar herramientas y gráficos que faciliten la interpretación de los resultados y la comprensión de los conceptos subyacentes.
- **Accesibilidad.** El simulador debe cumplir con los estándares y pautas de accesibilidad web, asegurando que sea compatible con diferentes navegadores y dispositivos. Esto permitirá a los estudiantes acceder al simulador desde cualquier lugar y en cualquier momento, facilitando su uso como herramienta de enseñanza tanto en el aula como fuera de ella.

Para satisfacer estos requerimientos, el *software* debía implementar funciones tanto de mapeado como de cálculo para poder trabajar eficazmente. El mapeado se refiere al dibujo de cuerpos geométricos en 3D que representan los cuerpos físicos implicados en la simulación de colisiones. Mientras, la identificación de los datos proporcionados y la selección del modelo correspondiente para resolver paso a paso el problema físico planteado por el

usuario se denomina «cálculo». El simulador debe permitir cargar cualquier problema de colisión, lo que significa que los profesores deben poder introducir y personalizar distintos escenarios para que los alumnos los analicen y resuelvan. Esto incluye la posibilidad de ajustar masas, velocidades iniciales, coeficientes de restitución y otros parámetros relevantes para cada problema específico. Al permitir la carga de cualquier problema de colisión, el simulador proporciona a los profesores la flexibilidad necesaria para adaptar el contenido de la física de colisiones a sus necesidades y objetivos docentes.

4.2. Selección de las herramientas de desarrollo

Se evaluaron tres herramientas de desarrollo del tipo *game engine*, en función de los cinco criterios presentados en el apartado 3. Las herramientas consideradas fueron Unity, Unreal Engine y O3DE.

Las evaluaciones se llevaron a cabo considerando criterios fundamentales para un simulador de choque de partículas. La calidad gráfica desempeñó un papel crucial al facilitar la visualización realista de las partículas y sus colisiones. De manera similar, la eficacia del motor de física resultó esencial para simular con precisión el movimiento y la interacción de las partículas.

La compatibilidad multiplataforma fue importante para garantizar la ejecución exitosa del simulador en diversos sistemas operativos. Además, la documentación detallada y una curva de aprendizaje accesible y realista a los tiempos de realización de este proyecto contribuyeron significativamente al aprendizaje efectivo y a la utilización eficiente de la herramienta por parte del equipo de desarrollo (Epic Games, 2024; O3DE, 2024; Unity Technologies, 2025a). Cabe destacar que, en el ámbito de la documentación, la existencia de una comunidad activa de usuarios añadió un valor significativo. La posibilidad de plantear y resolver dudas en este entorno colaborativo mejoró la experiencia de desarrollo. Por último, la consideración del bajo costo o gratuidad emergió como un factor determinante para mantener los costos del proyecto en niveles gestionables.

En la matriz de valoración empleada, se asignaron calificaciones en una escala del 0 al 1, donde el valor más alto, es decir, 1, se designó como «excelente», reflejando un rendimiento óptimo. En contraste, el valor más bajo, 0, se asignó para indicar el rendimiento «menos favorable».

Es crucial destacar que esta escala no solo cuantifica el desempeño, sino que también se adhiere a una ponderación específica. Este enfoque busca otorgar mayor relevancia a los aspectos considerados de mayor importancia dentro del contexto de la matriz de valoración. Como se muestra en el cuadro 1, se eligió una ponderación porcentual, distribuyendo el 100 % de la importancia entre los criterios elegidos, a manera de obtener una ponderación porcentual.

Cuadro 1. Matriz de valoración

Criterios	Peso
Buena capacidad gráfica	15 %
Motor de físicas	40 %
Multiplataforma	5 %
Documentación y curva de aprendizaje	30 %
Costo bajo o gratuito	10 %

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 2. Matriz de valoración

	Buena capacidad gráfica	Motor de físicas	Multiplata- forma	Documenta- ción/Curva aprendizaje	Costo bajo o gratuito
Unity	0,8	1	1	0,8	1
Unreal Engine	1	1	1	0,6	0,6
O3DE	0,6	0,8	0,8	0,6	0,8

Fuente: elaboración propia.

La valoración de cada una de las herramientas viene dada por el valor alcanzado en cada criterio (véase cuadro 2) y la ponderación relativa del criterio, como se presenta a continuación:

- **Unity:** $(15 \times 0,8) + (40 \times 1) + (5 \times 1) + (30 \times 0,8) + (10 \times 1) = 91 \%$.
- **Unreal Engine:** $(15 \times 1) + (40 \times 1) + (5 \times 1) + (30 \times 0,6) + (10 \times 0,6) = 84 \%$.
- **O3DE:** $(15 \times 0,6) + (40 \times 0,8) + (5 \times 0,8) + (30 \times 0,6) + (10 \times 0,8) = 71 \%$.

Al tener el valor según la matriz de valoración más cercano al 100 %, se seleccionó el motor Game Unity Engine para el desarrollo de este proyecto.

En los *framework* de desarrollo evaluados, se pueden evidenciar distintas características y bondades de cada uno. Unreal Engine ofrece un realismo excepcional gracias a sus avanzadas capacidades gráficas, lo que facilita significativamente el aprendizaje. Además,

permite la integración de tecnologías como la inteligencia artificial y el análisis de datos en tiempo real. Por su parte, el marco de desarrollo Unity aumenta la reutilización y modularidad del código, por lo que disminuye el tiempo de aprendizaje, lo que se traduce en un desarrollo más rápido y eficiente.

La arquitectura del *software* organiza las funcionalidades básicas de los videojuegos, integrando el diseño por capas y el diseño basado en componentes (Boettcher y Behr, 2021; Chandra *et al.*, 2021; Chen y Price, 2022; Ciekanowska *et al.*, 2021; El-Wajeh *et al.*, 2022; Wiesing *et al.*, 2020). El marco de trabajo de Unity permite la compatibilidad con una gran variedad de dispositivos y consolas (Aguas *et al.*, 2023). El motor de videojuegos Unity y el motor Unreal Engine ofrecen funcionalidades similares, tales como sistemas de renderizado, físicas y animación. Cada motor o *game engine* se enfoca en diferentes públicos. Unity goza de mayor popularidad entre desarrolladores independientes y estudios más pequeños, mientras que Unreal Engine suele ser utilizado por empresas de mayor envergadura. Según un estudio de comparación de rendimiento, ambos motores abordan tareas similares de manera distinta. Unity se distingue por su interfaz de fácil utilización, mientras que Unreal Engine es reconocido por su alta calidad gráfica. En lo concerniente a la comunidad y los recursos requeridos, Unity cuenta con una mayor aceptación entre desarrolladores principiantes. Si bien tanto Unity como Unreal Engine comparten las características fundamentales necesarias para el desarrollo de juegos, difieren considerablemente en cuanto al público objetivo, las características de rendimiento y las capacidades específicas (Ciekanowska *et al.*, 2021).

4.3. Desarrollo del simulador

El *software* fue estructurado en cuatro módulos para satisfacer los requerimientos funcionales de la aplicación. Estos se presentan a continuación:

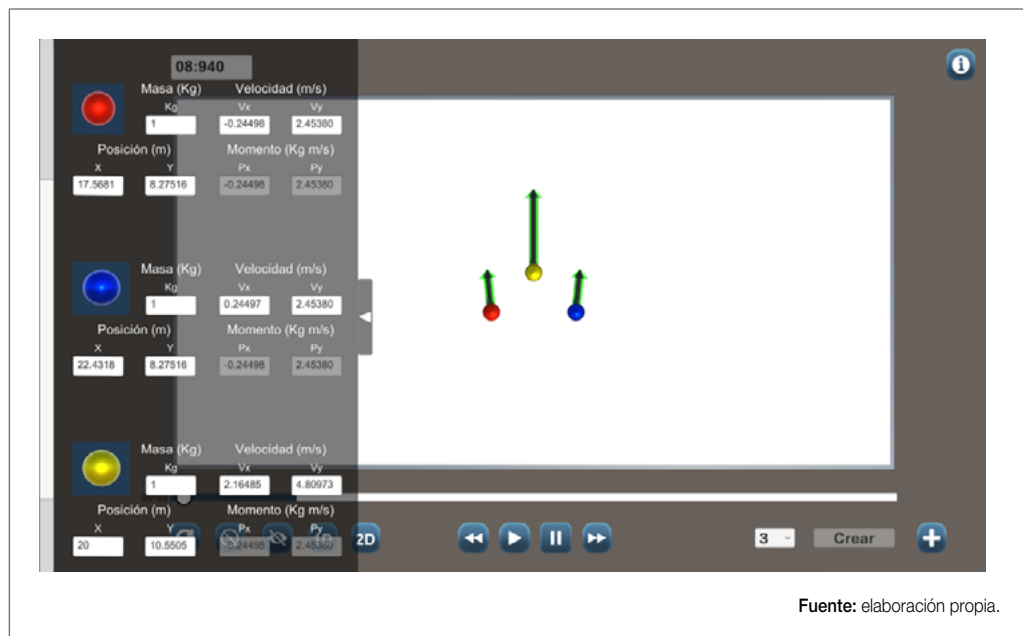
- **Modelador.** Componentes encargados de la modelación de los choques.
- **Simulador.** Componentes encargados de la simulación de los choques.
- **Solucionador.** Subsistema encargado de proporcionar la resolución matemática del choque simulado.
- **Diagrama.** Conjunto de herramientas usadas para la ilustración de la suma vectorial y el momento total.

4.3.1. Modelador

El requerimiento principal que se implementa en este módulo es que el usuario sea capaz de crear los elementos del problema de colisión, es decir, crear las partículas que partici-

pan en la colisión. Este proceso debe permitir ingresar de forma sencilla datos como masa, posición, velocidad, momento y elasticidad de las partículas. En el presente trabajo, se refiere a las partículas como esferas, ya que con dicha forma se presentan en el *software*. La generación de esferas (objetos 3D) se realiza en una interfaz simple e intuitiva que presenta, en el plano, esferas en una posición inicial, con un vector velocidad y un vector momento en forma representativa de flecha negra y flecha verde, respectivamente. Se presentan al usuario dos modalidades de ingreso de los datos, la gráfica y la textual. El método gráfico se basa en que el usuario puede interactuar tanto con la esfera como con la flecha de velocidad, de modo que, al mantener el clic sobre cualquiera, esta se moverá según la dirección del ratón. Al soltar el clic, la esfera se posicionará en una nueva coordenada o la flecha de velocidad se extenderá o acortará dependiendo del nuevo vector velocidad indicado por el usuario de forma gráfica. El método textual permite ingresar los datos relacionados a las esferas de forma más precisa por medio de un menú deslizable. El menú presenta opciones generales de visibilidad para elementos como el vector velocidad, el vector momento, el resultado del cálculo de energía cinética, la elasticidad de las esferas, entre otros, y presenta una opción que regula la elasticidad de las esferas. Cabe mencionar que, al modificar de forma gráfica los elementos mencionados anteriormente, es decir, la posición de la esfera o su velocidad por medio del *mouse*, los formularios del menú actúan como visualizadores que reflejan a tiempo real la representación vectorial y numérica de los cambios gráficos. En la figura 1 se presenta una vista de la interfaz gráfica.

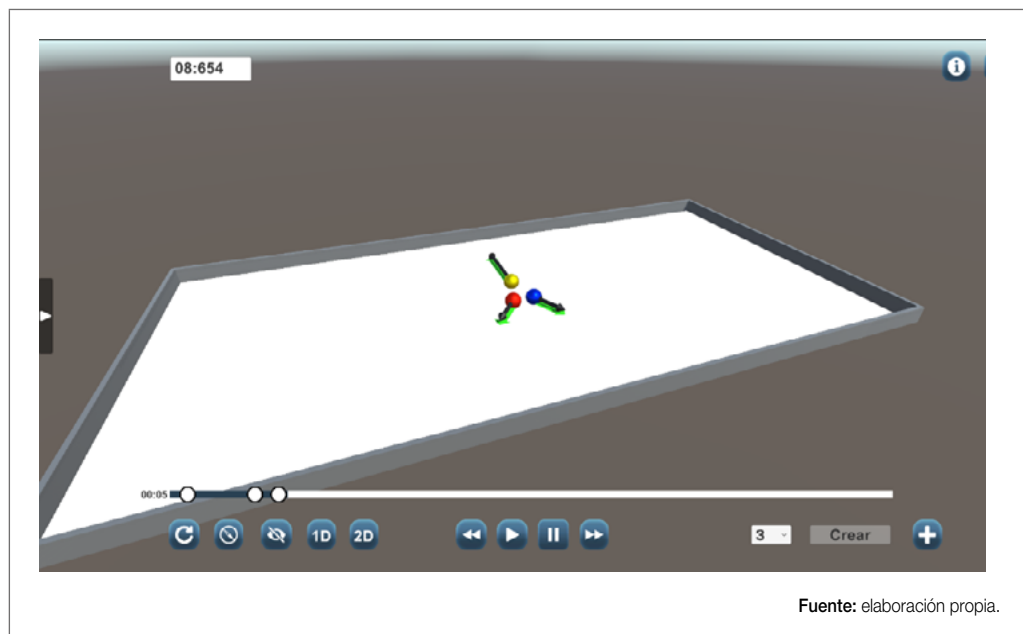
Figura 1. Interfaz con menú deslizable izquierdo y datos a tiempo real



Fuente: elaboración propia.

En general, todos los cuerpos con nombre pueden moverse y son completamente interactivos. Se pueden ajustar sus parámetros para modificar su comportamiento para diferentes escenarios y condiciones. Esto permite a los estudiantes explorar y comprender el comportamiento de las colisiones en diversos contextos.

Figura 2. Interfaz implementando la vista 3D



En cuanto al comportamiento que puede realizar cada cuerpo u objeto presente en el ambiente de la simulación, se describe de la siguiente manera:

- **Plano.** Puede ser rotado con el clic derecho desde todos los ángulos, dándole al usuario una amplia perspectiva. En la figura 2 se presenta una vista de la interfaz en 3D.
- **Paredes.** Se encuentran delimitando el plano. No son arrastrables, pues mantienen su posición según el plano, incluso si este es rotado. Poseen una característica reflectante que puede ser habilitada o deshabilitada a requerimiento del usuario para que interfieran o no en la dinámica de la simulación. Es decir, si son habilitadas, las paredes se mostrarán en la escena y tendrán un efecto reflectante en las esferas, haciéndolas rebotar de manera elástica dentro del área delimitada por el plano. Si las paredes son deshabilitadas, las esferas seguirán su curso, eventualmente desapareciendo de la escena en pantalla. Una notificación avisa

al usuario de la situación y le recomienda utilizar el botón de «Retorno» para llevar las esferas a su posición inicial. La característica reflectante de las paredes puede configurarse desde el menú.

- **Esferas.** Son la representación gráfica de las partículas de choque. Son arrastrables dentro del área del plano. Cada esfera posee dos flechas: una negra, que muestra el vector de velocidad, y una verde, como vector de momento.
- **Vector velocidad.** Se representa por una flecha negra asociada a la esfera. Esta es arrastrable desde su segmento triangular o punta. Es arrastrable de forma libre dentro de los parámetros $[-10, 10]$ tanto en el eje x como en el eje y . Al llegar a dicho límite, la flecha solo permite rotación. Dichos límites fueron fijados para mantener una representación gráfica adecuada, ya que, si la velocidad alcanza una magnitud mayor, esta no puede ser apreciada de manera correcta en la pantalla.
- **Vector momento.** Se refleja por una flecha verde asociada a una esfera. No es arrastrable, pues depende del vector velocidad y la masa de la esfera. Esta flecha solo es de carácter visual.

4.3.2. Simulador

Este módulo implementa la simulación del comportamiento físico de las colisiones, conformado por el movimiento de las esferas, la detección de colisiones entre esferas y el sistema de reproducción de la simulación.

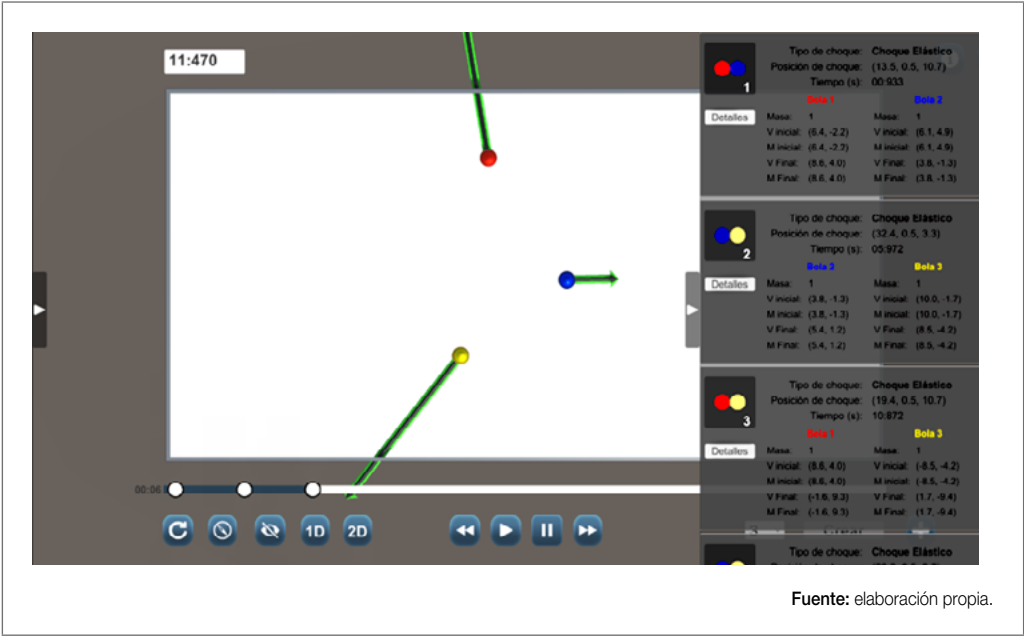
Estas funcionalidades del *software* de simulación son posibles gracias al uso de los componentes del motor de física integrado en el motor de desarrollo de videojuegos Unity. Los motores de física de Unity proporcionan componentes que manejan la simulación de la física, permitiendo un comportamiento realista de los objetos mediante colisiones, gravedad y otras fuerzas. Unity dispone de motores de física independientes para 2D y 3D que pueden controlarse mediante *scripts* para dotar a los objetos de movimiento dinámico (Unity Technologies, 2019). Estos componentes proporcionan realismo y precisión en las simulaciones y comportamientos físicos de los objetos en el entorno virtual. Estas funcionalidades del *software* se implementan gracias a los componentes Rigidbody y Collider. Al agregar un componente Rigidbody a un objeto en el *software* de simulación, su movimiento queda bajo el control del motor de físicas de Unity. Al activarlo, incluso sin agregar ningún código específico, un objeto Rigidbody será empujado hacia abajo por la gravedad y reaccionará a las colisiones con los objetos entrantes si en estos también está presente el componente Collider que lo configura como un cuerpo físico; es decir, se comporta como los objetos físicos en el mundo real. El componente Collider tiene tres características de interés para el *software*. Estas son el cuerpo con forma geométrica o volumen que ocupa el Collider, el material físico que lo compone y el tipo de colisión (Collider). El material físico del componente permite manejar propiedades como la fricción y el rebote (elasticidad) del objeto al

chocar. Para el simulador, se utilizó el modo ForceMode.Impulse con la finalidad de medir las fuerzas suministradas en Newtons por segundo (United Technologies, 2025b). Este modo emplea la fuerza para alterar la velocidad de forma proporcional a la masa del objeto, por lo que el efecto resultante depende de la masa del cuerpo.

Para la visualización del problema de choque se implementó un reloj o temporizador que marca el tiempo de la simulación y una barra de reproducción que, además de señalar el tiempo transcurrido gráficamente, también indica el momento exacto en el que ocurre un choque. El usuario puede pausar la simulación, acceder y poder repetir todos los choques que ocurrieron en la línea de tiempo disponible, cambiar de choque unidimensional a bidimensional y cambiar de modo 2D a 3D. Estas funciones le aportan al simulador el dinamismo para poder adaptarse a las diferentes situaciones problemáticas que requiera experimentar el usuario.

Los choques ocurridos se muestran en un menú informativo deslizable, ubicado en el lado derecho de la interfaz (véase figura 3), que se desplaza al centro al hacer clic sobre su pestaña. En él se presenta un listado de los choques ocurridos y los datos de las esferas involucradas en dos fases claramente definidas: el momento previo y el momento posterior al choque. Esto se representa para poder comparar ambas situaciones. Los datos relacionados a las esferas participantes en una colisión alimentan al módulo «Solucionador».

Figura 3. Interfaz con menú deslizable derecho



Fuente: elaboración propia.

4.3.3. Solucionador

El solucionador representa algebraicamente el comportamiento físico mostrado visualmente en el simulador e indica la teoría física aplicada y su justificación. Esta representación aporta un gran valor pedagógico al simulador. Gracias a los datos proporcionados por el simulador, tales como masa, velocidad, momento y posición de las esferas participantes de un choque, se procede con la aplicación de la teoría de la física. La formulación matemática permite presentar información sobre la energía cinética, el vector final de momento y las velocidades finales de las esferas después del choque.

4.3.4. Diagrama

El diagrama de momento es un módulo que permite la visualización de la suma vectorial para el vector momento total. Este presenta, en menor escala, las flechas que modelan el momento. Está conformado por un recuadro en el que se presenta gráficamente la sumatoria de los vectores momento de las esferas activas y su vector momento resultante, utilizando el método del polígono. Este método elige una escala apropiada para trazar los vectores que, posteriormente, se dibujan uno seguido de otro; es decir, se traza el primer vector y, al final de este, se comienza a trazar el segundo vector, y así sucesivamente con todos los vectores que hay que sumar, manteniendo siempre su magnitud y dirección. Por último, se dibuja el vector resultante (suma de los vectores), que va desde el origen hasta el final del último vector.

Los módulos «solucionador» y «diagrama» están integrados al simulador, permitiendo a los usuarios, profesores o estudiantes, utilizar el diagrama vectorial de los momentos y ver en tiempo real cómo cambian con cada choque ocurrido en el sistema y cómo el momento total se conserva.

4.4. Validación del simulador

El simulador presentado es una gran ayuda para cumplir con el objetivo general del tema de choques que se cubre en la física básica: poder aplicar la ley de conservación del momento lineal para analizar las colisiones entre objetos. La representación visual del modelo de choques es indispensable para entender el evento donde dos objetos macroscópicos se aproximan entre sí e interactúan durante un breve tiempo. El resultado de esa interacción es el cambio casi instantáneo de momento de cada uno de los objetos sin modificar sus posiciones; esto se evidencia cuando se ralentiza la simulación. Así, las únicas fuerzas experimentadas por los objetos aparecen cuando están en contacto con los otros objetos o con las paredes del contenedor. Cuando no están chocando, viajan en línea recta a rapidez constante: se comportan como partículas libres. Este hecho se puede usar para refor-

zar que las únicas fuerzas que actúan durante este choque son las debidas a la interacción entre los objetos: las fuerzas impulsivas internas. Esto implica que en este modelo se debe conservar el momento lineal.

La opción del simulador que muestra el vector momento lineal total en cualquier instante de tiempo del sistema de dos objetos que se mueven en el plano es adecuada para entender que, aunque los objetos interactúen, ese vector nunca cambia ni en magnitud ni en dirección: se conserva. Desde el punto de vista educativo, es una representación muy conveniente, ya que los estudiantes, a menudo, suman solo las magnitudes de los momentos individuales.

Los choques, en una dimensión, ofrecen una vía para tratar en forma simple la conservación del momento. Adicionalmente, cuando se supone la conservación de la energía cinética, nos da la facilidad de obtener las velocidades finales de los objetos que intervienen en la colisión a partir de las velocidades iniciales, conocidas las masas de los objetos. Esta situación puede visualizarse en el laboratorio de manera sencilla y comparar los resultados reales a los de la simulación.

La inclusión de varios objetos chocando en un recinto cerrado, considerando que los choques son elásticos, es una opción que ofrece el simulador. Es de gran ayuda para visualizar el modelo elemental de los gases ideales.

Una posible ampliación del simulador se obtendrá al incorporar una pequeña fuerza externa que haga que los objetos no se muevan en línea recta cuando no estén interactuando. Esto enfatiza la idea de que la conservación del momento lineal en los choques solo se cumple para el momento lineal total, justo antes y justo después del choque.

El simulador de colisiones se considera una herramienta valiosa para la enseñanza de la ley de conservación del momento lineal en física básica. La representación visual y la posibilidad de explorar diferentes escenarios de colisión permiten a los estudiantes comprender mejor los conceptos físicos involucrados, facilitando un aprendizaje más profundo y significativo.

4.5. Distribución web

Con la finalidad de distribuir la aplicación y que su acceso fuera público para estudiantes y profesores, se tomó la decisión de subirla a una plataforma de distribución web, accesible a través de dispositivos que soportaran OpenGL y tuvieran acceso a internet. Se eligió Itch.io como canal de distribución, ya que es una plataforma de distribución digital destinada principalmente a la publicación de videojuegos independientes y que permite la ejecución en línea sin coste alguno.

5. Discusión

La metodología Scrum implica la entrega de una versión parcialmente completa y funcional del producto al final de cada *sprint*, denominada «incremento». Cada incremento debe ser potencialmente utilizable por los usuarios finales e incluir nuevas funcionalidades, mejoras o correcciones según criterios de aceptación predefinidos. El producto se desarrolla de manera iterativa e incremental, basándose en los incrementos anteriores, para obtener una retroalimentación temprana y continua de las partes interesadas y garantizar la transparencia en el progreso del proyecto. La revisión del incremento funcional al finalizar cada *sprint* permite al propietario del producto y a las partes interesadas (*stakeholders*), en este caso los profesores del Departamento de Física, evaluar su grado de satisfacción con el resultado obtenido y, en función de esto, redefinir la forma en que desean que el simulador opere. De esta manera, se fueron mejorando los aspectos académicos de acuerdo con la experiencia de los profesores del Departamento de Física para determinar cómo debía comportarse el simulador para la experimentación de los estudiantes. Este enfoque empírico permite flexibilidad, adaptabilidad y colaboración en el proceso de desarrollo, garantizando la entrega continua de valor.

Mediante la utilización de motores de videojuegos, se ha logrado crear un *software* capaz de simular colisiones de sistemas de partículas. Se ilustró de manera gráfica el principio de conservación del momento lineal en estos procesos y se puso de manifiesto la clasificación de los choques atendiendo al balance de energía cinética justo antes y después de que ocurriera. Los motores de videojuegos no solo ofrecen capacidades gráficas, sino que también incorporan un sistema de cálculo de físicas para representar el comportamiento de objetos reales en el entorno de los videojuegos.

Los motores de videojuegos, con sus capacidades de simulación física, detección de colisiones y modelado de comportamientos realistas, no solo son esenciales para crear experiencias inmersivas en los juegos, sino que también se presentan como herramientas valiosas para la enseñanza de la física.

Son diversos los aportes del motor de videojuegos al simulador de colisiones:

- **Representación visual.** Al permitir representar de manera visual y dinámica las colisiones y otros fenómenos físicos, lo que facilita la comprensión de los conceptos.
- **Interactividad.** Al permitir a los estudiantes interactuar con los objetos y sistemas simulados, lo que les brinda la oportunidad de experimentar y explorar diferentes escenarios y configuraciones.
- **Retroalimentación inmediata sobre el resultado de las colisiones y sus representaciones matemáticas (algebraica y vectorial).** Permite a los estudiantes comprender e interpretar la situación problemática desde diversas perspectivas.

- **Motivación y compromiso.** El uso de motores de videojuegos en el aprendizaje de la física puede aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes, ya que brinda la oportunidad de aprender de manera lúdica y divertida.

El dinamismo y la adaptabilidad del *software* a las situaciones de estudio se logra por medio de las diversas funciones que tiene el simulador para que el usuario pueda definir las características de las partículas; continuar o pausar la simulación; acceder y poder repetir todos los choques que ocurrieron en la línea de tiempo disponible; cambiar de choque unidimensional a bidimensional; cambiar de modo 2D a 3D; utilizar el diagrama vectorial de los momentos; y ver, en tiempo real, de qué modo se transforman con cada choque que se produce en el sistema y cómo el momento total se conserva. Estas funciones le aportan al simulador un elemento dinámico necesario para que los usuarios puedan responder a distintas situaciones problemáticas.

El simulador permite que los estudiantes y docentes puedan modelar problemas particulares. Los profesores pueden crear los problemas según lo que deseen mostrar a sus estudiantes por medio de la simulación. Los estudiantes, por su parte, pueden cargar los problemas que tienen que resolver y ver la simulación y la resolución matemática de los mismos. Se desea motivar la exploración libre de los alumnos al permitir que los estudiantes puedan «jugar» libremente con el simulador a fin de comprender la dinámica de las colisiones al crear situaciones particulares según su curiosidad e interés.

Se responde a los requerimientos por medio de:

- **Funcionalidades específicas.** El simulador cuenta con funciones específicas para la visualización de escenarios de colisión en una y dos dimensiones, la configuración de propiedades de los objetos involucrados en la colisión y la personalización de parámetros físicos.
- **Interfaz intuitiva.** El simulador tiene una interfaz intuitiva y fácil de usar que permite a los usuarios interactuar de manera efectiva con sus funcionalidades. Esto incluye controles claros y una navegación sencilla para acceder a diferentes opciones y configuraciones.
- **Visualización clara.** El simulador proporciona una visualización clara y precisa de las colisiones, utilizando las representaciones gráfica, algebraica y vectorial para ayudar a los estudiantes a comprender mejor los fenómenos físicos involucrados. Esto incluye representar las trayectorias de los objetos, las velocidades y los momentos involucrados en las colisiones.
- **Personalización.** El simulador permite a los usuarios personalizar diferentes aspectos de las colisiones, como las propiedades de los objetos, las condiciones iniciales y los parámetros físicos. Esto brinda a los estudiantes la oportunidad de

explorar diferentes escenarios y experimentar con diferentes variables, enriqueciendo su comprensión de los conceptos de colisión.

- **Accesibilidad.** El simulador es accesible desde diferentes dispositivos y plataformas, como ordenadores, tabletas y dispositivos móviles. La elección de una plataforma de distribución, como Itch.io, representa una ventaja en cuanto a la difusión del simulador entre los estudiantes, además de que facilita su uso en las aulas al requerir solo un ordenador con acceso a internet. Esto permitirá a los estudiantes acceder al simulador desde cualquier lugar y en cualquier momento, facilitando su uso como herramienta de enseñanza tanto en el aula como fuera de ella.

6. Conclusiones

La utilización de motores de videojuegos en el estudio de la física y las colisiones ha permitido desarrollar un *software* que complementa el aprendizaje de estos conceptos mediante representaciones visuales, interactivas y en movimiento. Estas herramientas ofrecen beneficios, como la representación visual, la interactividad, la retroalimentación inmediata y la motivación, así como el compromiso de los estudiantes.

Se ha desarrollado un laboratorio de física virtual que se enfoca en las colisiones entre partículas. El objetivo principal de este laboratorio es ayudar a los estudiantes de los primeros cursos de Física universitaria a comprender, a través de representaciones visuales, la conservación del momento lineal y, en general, la no conservación de la energía cinética en estos eventos. Lo interesante de este trabajo es que se utiliza la ventaja de los motores de los videojuegos para crear nuevas simulaciones adaptadas a las especificaciones de los docentes. Además, permite una mayor interactividad y participación de los estudiantes en el aprendizaje de la física a partir de las propias simulaciones creadas. El desarrollo de simulaciones en sí mismo tiene la virtud de ayudar a los creadores a profundizar sus conocimientos de física. Al crear estas simulaciones, los docentes y estudiantes pueden explorar y facilitar la comprensión de los conceptos y principios físicos involucrados en las colisiones entre partículas.

La metodología Scrum, al implicar la entrega de incrementos parcialmente completos y funcionales del producto al final de cada *sprint*, permite un desarrollo iterativo e incremental, con énfasis en la retroalimentación temprana y continua de las partes interesadas. La revisión del incremento funcional al finalizar cada *sprint* facilita la evaluación del grado de satisfacción de los usuarios finales, en este caso los profesores del Departamento de Física, y la redefinición de las funcionalidades del simulador para satisfacer las necesidades académicas específicas. De esta manera, se logra una mejora continua en función de la experiencia y retroalimentación de los profesores, lo que garantiza la entrega continua de valor, flexibilidad y adaptabilidad en el proceso de desarrollo.

El motor de física presente en el marco de desarrollo Unity es una ventaja fundamental para el desarrollo de simuladores. Las capacidades avanzadas del motor de física permiten a los desarrolladores crear simulaciones realistas que reflejen con precisión y exactitud la física del mundo real, lo que lo convierte en una herramienta ideal para fines formativos y educativos. Esta característica permite a los desarrolladores recrear el comportamiento de los objetos en el mundo real sin la necesidad de ocuparse de los cálculos detallados que modelan su comportamiento, lo que convierte a Unity en una opción ideal para crear simulaciones realistas.

El *software* desarrollado no se limita a un grupo de situaciones preestablecidas, sino que permite la generación de problemas particulares, permitiendo reproducir los problemas que el estudiante aborda en sus sesiones de estudio o generar nuevas situaciones de acuerdo con su interés. El *software* se ha estructurado en módulos –simulador, solucionador y diagrama– que permiten mostrar el comportamiento de las partículas de forma gráfica, algebraica y vectorial en al menos tres momentos clave de la simulación: antes, durante y después del choque.

Al proporcionar una experiencia personalizada, el *software* puede mejorar el aprendizaje, aumentar el compromiso y mejorar el rendimiento académico. Se cuenta con estudios previos que muestran los beneficios del uso de simuladores en la educación, particularmente en el área de la ingeniería. El simulador desarrollado busca aprovechar la familiaridad de los estudiantes con los videojuegos y la tecnología para mejorar su comprensión de conceptos físicos complejos.

Como herramienta educativa, el simulador de colisiones cumplió las expectativas de los profesores del Departamento de Física de la Universidad Metropolitana. No solo funcionalmente, sino que también proporciona a los alumnos una experiencia de aprendizaje enriquecida al centrarse en áreas que, según las experiencias de los profesores, requieren más apoyo y experimentación.

Los resultados son aplicables a la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la matemática (*science, technology, engineering and mathematics* [STEM]). En este caso, la física es un vehículo para mostrar las virtudes de los motores de los videojuegos para la creación de simulaciones. La simulación de colisiones es de gran utilidad como recurso educativo para los cursos de Física elemental universitaria.

Referencias bibliográficas

Aguas, L., Recalde, H., Toasa, R. y Salazar, E. (2023). Design of a video game applying a layered architecture based on the unity framework. En Á. Rocha, C. Ferrás y W. Ibarra (Eds.), *Information Technology and Systems* (pp. 535-550). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-33261-6_46

- Alonso, S., Kalinowski, M., Ferreira, B., Barbosa, S. D. J. y Lopes, H. (2023). A systematic mapping study and practitioner insights on the use of software engineering practices to develop MVPs. *Information and Software Technology*, 156. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.107144>
- Barragán Suescún, F. (2020). Simulaciones interactivas: nuevas herramientas en el aprendizaje contextualizado de la Física universitaria. *Revista Ciencias de la Educación*, 30(56), 541-568. <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/56/art02.pdf>
- Boettcher, K. y Behr, A. (2021). Using virtual reality for teaching the derivation of conservation laws in fluid mechanics. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 11(4), 42-57. <https://doi.org/10.3991/ijep.v11i4.20155>
- Carangui Cárdenas, L. R., Cajamarca Criollo, O. A. y Mantilla Crespo, X. A. (2017). Impacto del uso de simuladores en la enseñanza de la administración financiera. *Innovación Educativa (México, DF)*, 17(75), 103-122. <https://www.redalyc.org/pdf/1794/179454112006.pdf>
- Chandra, A. Y., Prasetyaningrum, P. T., Suria, O., Santosa, P. I. y Nugroho, L. E. (2021). Virtual reality mobile application development with Scrum framework as a new media in learning english. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(8), 31-49. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i08.19923>
- Chen, J. y Price, E. (2022). *Game Development with Unity for .NET Developers: The Ultimate Guide to Creating Games with Unity and Microsoft Game Stack*. Packt Publishing Ltd.
- Chover, M., Marín, C., Rebollo, C. y Remolar, I. (2020). A game engine designed to simplify 2D video game development. *Multimedia Tools & Applications*, 79(17-18), 12.307-12.328. <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08433-z>
- Ciekanowska, A., Kiszczak-Gliński, A. y Dziedzic, K. (2021). Comparative analysis of Unity and unreal engine efficiency in creating virtual exhibitions of 3D scanned models. *Journal of Computer Sciences Institute*, 20, 247-253. <https://doi.org/10.35784/jcsi.2698>
- Elizondo Treviño, M.^a S. (2013). Dificultades en el proceso enseñanza aprendizaje de la Física. *Presencia Universitaria*, Año 3(5), 70-77. http://eprints.uanl.mx/3368/1/Dificultades_en_el_proceso_ense%C3%B1anza_aprendizaje_de_la_F%C3%ADsica.pdf
- El-Wajeh, Y. A. M., Hatton, P. V. y Lee, N. J. (2022). Unreal Engine 5 and immersive surgical training: translating advances in gaming technology into extended-reality surgical simulation training programmes. *British Journal of Surgery*, 109(5), 470-471. <https://doi.org/10.1093/bjs/znac015>
- Epic Games. (2024). *Unreal Engine 5.3 Documentation*. <https://docs.unrealengine.com/5.3/en-US/>
- González-González, C. S., Toledo-Delgado, P. y Muñoz-Cruz, V. (2015). Agile human centered methodologies to develop educational software. *DYNA*, 82(193), 187-194. <https://doi.org/10.15446/dyna.v82n193.53495>
- Hernández-Paez, A., Domínguez Falcón, J. A. y Pi Cruz, A. A. (2018). Arquitectura de software para el desarrollo de videojuegos sobre el motor de juego Unity 3D. *Revista de I+D Tecnológico*, 14(1), 54-65. <https://doi.org/10.33412/idt.v14.1.1803>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill.

- Isela Aguilar Vargas, L. R. y Otuyemi Rondero, E. O. (2020). Análisis documental: importancia de los entornos virtuales en los procesos educativos en el nivel superior. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 17, 57-77. <https://doi.org/10.51302/tce.2020.485>
- Jiménez-Torres, V. H., Tello-Borja, W. y Rios-Patiño, J. I. (2014). Lenguajes de patrones de arquitectura de software: una aproximación al estado del arte. *Revista Scientia et Technica*, 19, 371-376. <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/8595/5869>
- Kortemeyer, G. (2023). Writing virtual reality teaching resources. *The Physics Teacher*, 61(2), 107-109. <https://doi.org/10.1119/5.0067963>
- López-Mera, D. D., Archila-Gutiérrez, A. C., Hernández-Montoya, B. C., Suárez-Chávez, S. E. y Pérez-Rojas, E. H. (2021). Modelo para la creación del juego de realidad alternativa «El Plan de Gauss»: matemáticas, relatos y juegos en instituciones de educación superior. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 133-154. <https://doi.org/10.51302/tce.2021.529>
- Makamu, G. y Ramnarain, U. (2022). Physical sciences teachers' enactment of simulations in 5E inquiry-based science teaching. *Education Sciences*, 12(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/educsci12120864>
- Monfort Salvador, V. y E-Martin, Y. (2022). CoopDev project: learning developments through different methodologies and strategies. *Conference Proceedings International Scientific & Professional Conference Contemporary Issues in Economy & Technology, CIET* (pp. 848-859).
- O3DE. (2024). <https://o3de.org/>
- Otto, A. I., Bakieva Karimova, M. y García Laborda, J. (2023). Evaluación formativa a través de herramientas informáticas: nuevos enfoques y perspectivas. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 26, 7-8. <https://www.tecnologia-ciencia-educacion.com/index.php/TCE/article/view/19285>
- Pérez-Higuera, G. D., Niño-Vega, J. A. y Fernández-Morales, F. H. (2020). Estrategia pedagógica basada en simuladores para potenciar las competencias de solución de problemas de física. *Aibi. Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 8(3) 17-23. <https://doi.org/10.15649/2346030X.863>
- Prado Martínez, W. (2008). Simulación computacional para la enseñanza de la física. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 3, 111-124. <https://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciaingenieria/article/view/826>
- Rodrigues de Oliveira, E., Cabral Ribeiro, P. C., Picinini Méxas, M. y Barbará de Oliveira, S. (2023). Scrum method assessment in Federal Universities in Brazil: multiple case studies. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 20(1), 1-14. <https://doi.org/10.14488/BJOPM.1496.2023>
- Salimzyanova, E. Sh. (2022). Agile in digital didactics in the era of the VUCA world in education. *ARPHA Proceedings*, 5, 1.417-1.432. <https://zenodo.org/records/6132816>
- Schwaber, K. y Sutherland, J. (2020). *La guía Scrum: la guía definitiva de Scrum: las reglas del juego*. <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-European.pdf>
- Scott, E. y Campo, M. (2023). An adaptive 3D virtual learning environment for training software developers in Scrum. *Interactive Learning Environments*, 31(8), 5.200-5.218. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1999985>

- Torres-Blasco, C. y Pérez-Garcías, A. (2023). Indicadores de agencia en experiencias educativas Agile: una revisión panorámica. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educacion*, 68, 183-215. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.98457>
- Umbreen, J., Mirza, M. Z., Ahmad, Y. y Naseem, A. (2022). Assessing the role of minimum viable products in digital startups. *2022 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)* (pp. 1.073-1.077). <https://doi.org/10.1109/IEEM55944.2022.9989653>
- Unity Technologies. (2019). *Unity Documentation. Unity User Manual. Física*. <https://docs.unity3d.com/es/2018.4/Manual/PhysicsSection.html>
- United Technologies. (2025). *Unity Documentation-Scripting API: ForceMode.Impulse*. <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/ForceMode.Impulse.html>
- Unity Technologies. (2025). *Unity Documentation. Docs and Guides to Work with the Unity Ecosystem*. <https://docs.unity.com/>
- Wiesing, M., Fink, G. R. y Weidner, R. (2020). Accuracy and precision of stimulus timing and reaction times with Unreal Engine and SteamVR. *PLOS ONE*, 15(4), 1-24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231152>

ID María del Pilar Cuenca Marcano. Ingeniera de Sistemas con Maestría de Administración (Mención Gerencia de Finanzas) por la Universidad Metropolitana (Caracas, Venezuela). Actualmente, trabaja como profesora del Departamento de Gestión de Proyectos y Sistemas en la Universidad Metropolitana en las áreas de Bases de Datos, Sistemas de Información e Ingeniería de Software. Ha incorporado el marco de trabajo ágil en la educación a nivel de pregrado en el área de Desarrollo de Software.

ID Salomón Mizrahi Cohén. Licenciado en Física e ingeniero civil. Actualmente, trabaja como profesor de Física del Departamento de Física de la Universidad Metropolitana (Caracas, Venezuela). Es responsable de la creación y difusión de simulaciones de física y de las actividades asincrónicas de dicho departamento.

ID Gabriela Banezca Luces. Ingeniera de sistemas. Profesional con habilidades destacadas para el trabajo en equipo y orientada a la mejora continua como desarrolladora. Posee competencias en C#, Python, JS, Java, HTML, CSS y Unity. Cuenta con experiencia en el desarrollo de bases de datos en SQL Server para proyectos .NET y roles de asistente de investigación. Se graduó con mención honorífica por su tesis sobre un simulador de colisiones físicas en Unity. Ha recibido reconocimientos académicos y ha completado formación complementaria en áreas como SQL Server, React JS, MongoDB, JavaScript y redes neuronales.

ID José Villegas Vera. Ingeniero de sistemas. Profesional con amplia trayectoria en trabajo en equipo y en métodos de desarrollo con metodologías ágiles. Cuenta con experiencia en distintos lenguajes, como HTML, Java, JS, CSS, SQL, C# y C++; en diferentes *frameworks*, como Angular y React; en motores de videojuegos, como Unity; y en otras tecnologías, como MongoDB, PostgreSQL, PyTorch y TensorFlow. Ha desempeñado roles como asistente de profesorado en la Universidad Metropolitana (Caracas, Venezuela) dentro del área de Administración de Base de Datos. Actualmente, trabaja como auditor de sistemas en Mercantil Banco.

Contribución de autores. Idea: S. M. C., G. B. L. y J. V. V.; Revisión de literatura (estado del arte): M.^a P. C. M. y S. M. C.; Metodología: M.^a P. C. M., G. B. L. y J. V. V.; Análisis de datos: M.^a P. C. M., S. M. C., G. B. L. y J. V. V.; Resultados: M.^a P. C. M., S. M. C., G. B. L. y J. V. V.; Discusión y conclusiones: M.^a P. C. M. y S. M. C.; Redacción (borrador original): G. B. L., J. V. V. y M.^a P. C. M.; Revisiones finales: M.^a P. C. M. y S. M. C.



La singularidad

Carlos Fenollosa

Arpa Editores (Barcelona, España)

256 páginas – 2024 – 19,90 € (papel)/12,99 € (e-book)

ISBN: 978-84-10313-11-8

Extracto

Carlos Fenollosa, en *La singularidad*, analiza el impacto de la inteligencia artificial en la sociedad. En cinco apartados, explora su evolución histórica, los cambios tecnológicos y las implicaciones éticas, sociales y laborales de la inteligencia artificial. Define la «singularidad» como el punto en el que las máquinas superan la inteligencia humana y reflexiona sobre su alcance filosófico. Examina hitos tecnológicos, avances como ChatGPT y los desafíos del desarrollo de la inteligencia artificial. Con un enfoque humanista y accesible, promueve el debate sobre su control. Concluye en que quienes dominen la inteligencia artificial tendrán ventaja competitiva, abogando por un uso ético para un futuro inclusivo y colaborativo.

Palabras clave: singularidad; inteligencia artificial; asíntota; tecnológico; discontinuidad.

Abstract

Carlos Fenollosa, in *La singularidad*, analyzes the impact of artificial intelligence on society. Through five chapters explores the historical evolution, technological changes, and its ethical, social, and labor implications of artificial intelligence. He defines «singularity» as the point at which machines surpass human intelligence and reflects on its philosophical scope. Examines technological milestones, advancements such as ChatGPT, and the challenges of artificial intelligence development. Promoting the debate of its control with a humanistic and accessible approach. Concluding on those who master artificial intelligence will have a competitive advantage, advocating for ethical usage for an inclusive and collaborative future.

Keywords: singularity; artificial intelligence; asymptote; technological; discontinuity.

Cómo citar: Madrigal Torres, B. E. y Carro Sancristóbal, L. (2025). Reseña bibliográfica del libro *La singularidad*, de C. Fenollosa (Autor). *Tecnología, Ciencia y Educación*, 31, 194-198.

Antes de empezar, ¿qué dice el autor de esta obra sobre el alcance de la singularidad?: «Singularidad es una discontinuidad, asíntota de una función matemática. Es el progreso tecnológico de la ciencia. Es un punto de inflexión en el cual las máquinas empiezan a tomar parte del destino humano».

Carlos Fenollosa, con un estilo cautivador y accesible, nos guía a través de un recorrido fascinante sobre la singularidad de la inteligencia artificial. Su narrativa combina rigor filosófico casi novelesco, transformando conceptos complejos en una historia envolvente. A lo largo de sus páginas, el libro transporta al lector desde los primeros hitos de las revoluciones tecnológicas, donde se entrecruzan héroes y villanos, hasta los momentos de innovación que han transformado a la humanidad.

Con maestría, el autor describe cómo los avances en tecnología e inteligencia artificial han oscilado entre pasos pequeños y grandes saltos, creando la ilusión de un progreso automático y sencillo, aunque en realidad refleja décadas de esfuerzo, creatividad y desafíos éticos. Fenollosa nos conduce a un momento crucial: el año 2024, donde la inteligencia artificial alcanza un nivel de desarrollo avanzado que marca el inicio de lo que él describe como «la singularidad». Este fenómeno, en el que las máquinas adquieren la capacidad de automejorarse y evolucionar, es explorado no solo desde una perspectiva técnica, sino también desde sus profundas implicaciones sociales, éticas y filosóficas.

En este libro, el lector encontrará un análisis profundo de cómo se ha llegado hasta este punto de inflexión en la historia de la humanidad, narrado de una manera que invita tanto a reflexionar como a maravillarse por las posibilidades y los retos del futuro que la inteligencia artificial plantea.

El libro no solo educa, sino que también inspira un debate necesario sobre la tecnología y su impacto en nuestra sociedad, convirtiéndolo en una lectura esencial para quienes buscan comprender la inteligencia artificial desde una perspectiva integral.

La obra está estructurada en cinco partes, cada una de las cuales se desarrolla de manera armónica y evolutiva. Esta organización invita al lector a un viaje reflexivo que se inicia con el pasado de la inteligencia artificial, explora la singularidad del presente y proyecta el diseño de una sociedad futura transformada por la inteligencia artificial, siempre enmarcada en el desarrollo humano. Todo ello bajo un enfoque científico y administrativo que ofrece claridad y profundidad en el análisis.

En cada capítulo, el autor enriquece la narrativa con frases y referencias inspiradoras, como esta del cuaderno gris de Josep Pla: «Es más difícil describir lo que opinas. Infinitamente más. Sobre lo cual todo el mundo opina». Estas citas refuerzan la reflexión crítica y aportan un contexto filosófico al análisis tecnológico.

La obra tiene un enfoque accesible, analítico y profundo que el autor imprime al tratar un tema tan complejo como la inteligencia artificial. Evita caer en el sensacionalismo, mien-

tras explica cómo la tecnología está transformando diversos aspectos de la vida humana, desde la forma en que trabajamos hasta cómo entendemos la creatividad y el conocimiento.

Carlos Fenollosa, profesor de Emprendimiento e Innovación en la Universidad Internacional de Cataluña y emprendedor en el campo de la inteligencia artificial, aborda con precisión temas actuales como la evolución de herramientas avanzadas tipo ChatGPT. Destaca su capacidad para realizar tareas que antes se consideraban exclusivamente humanas, señalando que estas innovaciones nos acercan a lo que él denomina la «singularidad tecnológica». Este concepto describe un momento crucial en el que la inteligencia artificial no solo igualará, sino que superará a la inteligencia humana en capacidad, autonomía y adaptación. ¿Usted qué opina?

El autor plantea una reflexión profunda sobre los desafíos y las oportunidades que supone este nuevo paradigma. ¿Está usted de acuerdo con esta perspectiva? La obra invita a cada lector a formular su propia opinión sobre el impacto de la inteligencia artificial en el presente y en el futuro de la humanidad.

Estructura del libro

La obra tiene cinco apartados, cada uno con dos o tres capítulos, que suman un total de 13, incluida la introducción. Esta última actúa como un mapa que orienta al lector, presentando las principales inquietudes sociales, éticas y laborales que guiarán el ensayo en su totalidad.

En el capítulo 1, el autor responde a la pregunta central: ¿qué es la «inteligencia artificial» y qué implica la «singularidad tecnológica»? Fenollosa define estos conceptos desde una perspectiva accesible, apoyándose en ejemplos prácticos de la inteligencia artificial moderna, como ChatGPT, para explicar cómo estas tecnologías están transformando nuestra realidad.

El capítulo 2 analiza de qué modo la singularidad no solo supone un avance técnico, sino también un cambio profundo en el papel del ser humano respecto al desarrollo y el control de la tecnología.

A continuación, el autor lleva a cabo un recorrido histórico sobre los primeros conceptos de «máquinas pensantes». Por ejemplo, en el capítulo 3, traza el origen de estas ideas desde *La Ilíada*, pasando por la influencia de la Iglesia católica, la filosofía griega y la obra de Charles Babbage, hasta llegar al ordenador moderno.

En el capítulo 4, se abordan los intentos iniciales de mecanización, como los telares, hasta la creación de la máquina de Torres Quevedo, considerado uno de los pioneros de la inteligencia artificial. También introduce las bases de la informática moderna.

El capítulo 5 relata la evolución de las tecnologías de asistentes virtuales, desde Siri hasta ChatGPT. Fenollosa describe de manera magistral la revolución tecnológica que representa el modelo de transformadores, marcando un «antes» y un «después» en el desarrollo de estas herramientas.

En los capítulos 6 y 7, el autor explica el funcionamiento de la inteligencia artificial desde una perspectiva técnica y filosófica. Analiza la relación entre computación y pensamiento humano, mostrando de qué modo las técnicas modernas, como *big data* y *deep learning*, están modelando la capacidad de las máquinas para aprender y tomar decisiones.

En la cuarta parte de la obra, que comprende los capítulos 8, 9 y 10, el autor se centra en los primeros años de la singularidad tecnológica, describiendo sus implicaciones sociales, éticas y regulatorias, y aborda los retos que representa este fenómeno, así como la necesidad de establecer marcos éticos y legales para su control.

El último apartado versa sobre los cambios que la singularidad tecnológica traerá a la humanidad. En los capítulos 11 y 12, el autor reflexiona sobre temas como el ser humano en la era de la inteligencia artificial, el «gran seísmo laboral» (cómo la inteligencia artificial transformará el trabajo y redefinirá roles) o la búsqueda de un nuevo sentido de vida (cómo adaptarse a un mundo dominado por máquinas inteligentes).

Finalmente, el capítulo 13, titulado «La IA y tú», invita al lector a reflexionar sobre su relación personal con la tecnología y el impacto que esta tendrá en su futuro.

Reflexión final

En esta obra sobre inteligencia artificial, Carlos Fenollosa evita tecnicismos innecesarios y presenta el tema de manera clara, ética y accesible. Su enfoque no solo destaca la capacidad transformadora de la inteligencia artificial, sino también la importancia de garantizar que esta tecnología esté orientada al bienestar humano. El autor enfatiza que la inteligencia artificial no debe comprometer el desarrollo humano ni sustituir a las personas, sino complementarlas para crear un futuro más colaborativo.

En resumen, el autor plantea una pregunta esencial: ¿quién controla el algoritmo, la máquina o el ser humano? La respuesta –sugiere– está en cómo decidimos usar estas herramientas para potenciar nuestras habilidades y garantizar un futuro inclusivo. El autor concluye que, aunque la inteligencia artificial no reemplazará al ser humano, aquellos que sepan utilizarla obtendrán una ventaja crucial para ser competitivos y relevantes en el entorno laboral del presente y el futuro.

Berta Ermila Madrigal Torres

Profesora de la Universidad de Guadalajara (Jalisco, México)
madrigal@cucea.udg.mx | <https://orcid.org/0000-0002-5023-3158>

Luis Carro Sancristóbal

Profesor de la Universidad de Valladolid (España)
luis.carro@uva.es | <https://orcid.org/0000-0003-1807-7076>

ID Berta Ermila Madrigal Torres. Profesora investigadora de la Universidad de Guadalajara (México) y miembro del sistema nacional de investigadores. Doctora en Ciencias por el Instituto Politécnico Nacional (México). Fundadora y presidenta de la Academia de Ciencias de la Investigación Administrativa (2006-2008), así como de tres centros de investigación sobre emprendimiento e innovación en la Universidad de Guadalajara. Hasta la fecha, ha publicado 26 obras. Es miembro de la International Leadership Association e investigadora invitada por diversas universidades, entre las que se encuentran la Universidad de Valladolid (España), la University of Simon Fraser (Canadá), la Universidad Nacional de San Juan (Argentina) y la Universidad de la Habana (Cuba). Competencias: habilidades directivas, liderazgo en gestión de educación superior, formación de emprendedores en las instituciones de educación superior (IES), línea de investigación «capital humano con especialización en dirección», «liderazgo femenino» y «emprendimiento».

ID Luis Carro Sancristóbal. Profesor de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación en la Universidad de Valladolid (España), donde obtuvo su doctorado. Durante 15 años fue decano asociado de Relaciones Internacionales en la Facultad de Educación y Trabajo Social y durante 34 años ha estado vinculado al programa Erasmus. Dirige el Grupo de Investigación sobre Cualificaciones Profesionales y el Observatorio para la Validación de Competencias Profesionales (OBSERVAL). Colabora con CEDEFOP desde 2016 y es miembro de CareersNET desde 2017. Ha sido profesor visitante en más de 20 universidades de Europa y América. Su investigación aborda el aprendizaje a lo largo de la vida, las competencias transversales y el reconocimiento de aprendizaje no formal. Fundó Qualificalia Analytics, centrada en microcredenciales.



Principales reseñas de legislación educativa publicadas en el BOE entre enero y abril de 2025

Estas reseñas pueden encontrarse en el BOE (<https://www.boe.es>)

Main reviews of education legislation published in the BOE between January and April 2025

These reviews can be found in the BOE (<https://www.boe.es>)

Enero 2025

No se publicó ninguna reseña en este campo.

Febrero 2025

Competencias profesionales

Real Decreto 86/2025, de 11 de febrero, de evaluación y acreditación de las competencias básicas adquiridas por experiencia laboral, por vías no formales de formación y aprendizajes informales.

(BOE de 12 de febrero de 2025)

Marzo 2025

Universidades. Títulos académicos.

Resolución de 25 de marzo de 2025, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros de 18 de marzo de 2025, por el que se establece el carácter oficial de determinados títulos de Grado y su inscripción en el Registro de Universidades, Centros y Títulos.

(BOE de 31 de marzo de 2025)

Resolución de 25 de marzo de 2025, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros de 18 de marzo de 2025, por el que se establece el carácter oficial de determinados títulos de Máster y su inscripción en el Registro de Universidades, Centros y Títulos.

(BOE de 31 de marzo de 2025)

Abril 2025

Formación profesional.

Real Decreto 209/2025, de 18 de marzo, por el que se regulan aspectos específicos de los grados A, B y C de Formación Profesional para las familias profesionales Imagen Personal; Imagen y Sonido; Instalación y Mantenimiento; y Química.

(BOE de 3 de abril de 2025)

Real Decreto 207/2025, de 18 de marzo, por el que se regulan aspectos específicos de los grados A, B y C de Formación Profesional para las familias profesionales Administración y Gestión; Agraria; Informática y Comunicaciones; y Madera, Mueble y Corcho.

(BOE de 4 de abril de 2025)

Real Decreto 208/2025, de 18 de marzo, por el que se regulan aspectos específicos de los grados A, B y C de Formación Profesional para las familias profesionales Artes Gráficas; Fabricación Mecánica; Servicios Socioculturales y a la Comunidad; y Vidrio y Cerámica.

(BOE de 8 de abril de 2025)

Real Decreto 211/2025, de 18 de marzo, por el que se regulan aspectos específicos de los grados A, B y C de Formación Profesional para las familias profesionales Industrias Alimentarias; Seguridad y Medio Ambiente; Textil, Confección y Piel; y Transporte y Mantenimiento de Vehículos.

(BOE de 9 de abril de 2025)

Real Decreto 212/2025, de 18 de marzo, por el que se regulan aspectos específicos de los grados A, B y C de Formación Profesional para las familias profesionales Actividades Físicas y Deportivas; Comercio y Marketing; y Marítimo-Pesquera.

(BOE de 10 de abril de 2025)

Real Decreto 213/2025, de 18 de marzo, por el que se regulan aspectos específicos de los

grados A, B y C de Formación Profesional para la familia profesional Hostelería y Turismo.

(BOE de 11 de abril de 2025)

Real Decreto 210/2025, de 18 de marzo, por el que se regulan aspectos específicos de los grados A, B y C de Formación Profesional para las familias profesionales Edificación y Obra Civil; Electricidad y Electrónica; Energía y Agua; e Industrias Extractivas.

(BOE de 15 de abril de 2025)

Programas educativos.

Orden EFD/401/2025, de 24 de abril, por la que se modifica la Orden ECD/1767/2012, de 3 de agosto, por la que se regula la expedición del título de Bachiller correspondiente a las enseñanzas reguladas por la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, para el alumnado inscrito en los programas de secciones internacionales españolas y «Bachibac» en liceos franceses.

(BOE de 29 de abril de 2025)