

Tecnología, Ciencia y Educación

Revista cuatrimestral núm. 23 | Septiembre-Diciembre 2022

ISSN: 2444-250X

Realidad aumentada y realidad virtual aplicadas a los escenarios de aprendizaje

Ecosistema de tecnologías emergentes: realidad aumentada, virtual y mixta

Julio Cabero-Almenara, Rubicelia Valencia-Ortiz y Carmen Llorente-Cejudo

Conocimientos tecnopedagógicos del profesorado de secundaria sobre la realidad mixta

Verónica Marín-Díaz, Begoña Esther Sampedro-Requena, Esther María Vega-Gea y Julio Ruiz-Palmero

Aceptación tecnológica del uso de la realidad aumentada por estudiantes del nivel secundario: una mirada a una clase de Química

Jeanette Chaljub Hasbún, Juan Ramón Peguero García y Elvin José Mendoza Torres

Expanding the virtual universe of university students. Educational use of augmented reality and contributions of Rafodiun Project

Julio Barroso-Osuna y Antonio Palacios-Rodríguez



CEF.-

+30 MÁSTERES

+200 CURSOS

ÁREAS

Asesoría de Empresas • Contabilidad y Finanzas • Dirección y Administración de Empresas • Jurídica • Laboral • Marketing y Ventas • Prevención, Calidad y Medioambiente • Recursos Humanos • Sanidad • Tributación

[Consulta nuestra oferta formativa completa en www.cef.es]

DESCUENTO ESPECIAL AHORA

PRESENCIAL | TELEPRESENCIAL | ONLINE

Tecnología, Ciencia y Educación

Núm. 23 | Septiembre-Diciembre 2022

Directora editorial

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

Dirección de la revista y editora jefe

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

Manuel Area-Moreira. Universidad de La Laguna (España)

Julio Barroso-Osuna. Universidad de Sevilla (España)

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

Julio Cabero-Almenara. Universidad de Sevilla (España)

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

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

Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso. Universidad de Salamanca (España)

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

Alfonso Gutiérrez Martín. Universidad de Valladolid (España)

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

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

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

Juan Pazos Sierra. Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA (España)

Paz Prendes. Universidad de Murcia (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)

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

María Magro Montero

Centro de Estudios Financieros

c/ Alfonso Gómez, 28, 28037 Madrid • Tel. 914 444 920 • editorial@cef.es

Indexación y calidad



Tecnología, Ciencia y Educación

Redacción, administración y suscripciones

P.º Gral. Martínez Campos, 5, 28010 MADRID (ESPAÑA)

Tel. 914 444 920

Correo electrónico: info@cef.es

Suscripción anual a la edición impresa (2022) (3 números) 60 €

Solicitud de números sueltos de la edición impresa (cada volumen)

Suscriptores a la edición impresa 20 €

No suscriptores a la edición impresa 25 €

En la página www.tecnologia-ciencia-educacion.com encontrará publicados en abierto todos los artículos de la revista *Tecnología, Ciencia y Educación* correspondientes a la edición impresa de su periodo de suscripción.

Edita

Centro de Estudios Financieros, SL

Correo electrónico: revistatce@udima.es

Edición digital: www.tecnologia-ciencia-educacion.com

Depósito legal: M-15409-2015

ISSN: 2444-250X (edición impresa)

ISSN-e: 2444-2887 (edición digital)

Imprime

Artes Gráficas Coyve, SA

c/ Destreza, 7

Polígono industrial Los Olivos

28906 Getafe (Madrid)

Entidad certificada por:



© 2022 CENTRO DE ESTUDIOS FINANCIEROS



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

Tecnología, Ciencia y Educación

ISSN: 2444-250X

ISSN-e: 2444-2887

Sumario

Sección especial. Realidad aumentada y realidad virtual aplicadas a los escenarios de aprendizaje

Special section. Augmented reality and virtual reality applied to learning scenarios

Sección especial. Presentación

- Ecosistema de tecnologías emergentes: realidad aumentada, virtual y mixta 7-22
Ecosystem of emerging technologies: augmented, virtual and mixed reality
Julio Cabero-Almenara, Rubicelia Valencia-Ortiz y Carmen Llorente-Cejudo

Sección especial. Estudios de investigación

- Conocimientos tecnopedagógicos del profesorado de secundaria sobre la realidad mixta 23-48
Techno-pedagogical knowledge of secondary teachers about mixed reality
Verónica Marín-Díaz, Begoña Esther Sampedro-Requena, Esther María Vega-Gea y Julio Ruiz-Palmero
- Aceptación tecnológica del uso de la realidad aumentada por estudiantes del nivel secundario: una mirada a una clase de Química 49-68
Technological acceptance of the use of augmented reality by high school students: a look at a Chemistry class
Jeanette Chaljub Hasbún, Juan Ramón Peguero García y Elvin José Mendoza Torres
- Diagnóstico del uso e implementación de la realidad aumentada en la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro 69-94
Use and implementation diagnosis of augmented reality in the High School of the Universidad Autónoma de Querétaro
Luis Alberto Soto Reyes, Alfredo Rodríguez-Cruz, Rita Ochoa Cruz, Jesus Mendiola-Precoma, José Eduardo Rodríguez Guevara y Zulma Yunue Cajiga Yañez
- Realidad aumentada en la educación superior: posibilidades y desafíos 95-114
Augmented reality in higher education: possibilities and challenges
Marta Montenegro-Rueda y José Fernández-Cerero
- Desarrollo de un entorno de realidad aumentada para la enseñanza del condicionamiento operante en Psicología 115-136
Development of an augmented reality environment for teaching operant conditioning in Psychology
José Manuel Sánchez-Sordo y Sergio Teodoro-Vite

Sección especial. Proyectos y aportaciones académicas

- Expanding the virtual universe of university students. Educational use of augmented reality and contributions of Rafodiun Project 137-154
Ampliando el universo virtual del alumnado universitario. Uso educativo de la realidad aumentada y aportaciones del Proyecto Rafodiun
Julio Barroso-Osuna y Antonio Palacios-Rodríguez
-

Estudios de investigación

- Rediseño de portales para la Wikipedia en español 155-176
Redesign of portals for the Spanish Wikipedia
Agustin Zanotti Gordillo

Proyectos y aportaciones académicas

- Una Historia interactiva: los videojuegos como herramienta didáctica en las clases de secundaria 177-208
An interactive History: video games as a didactic tool in high school classes
Alejandro Campillo Unamunzaga y Daniel Casado Rigalt

Reseña bibliográfica

- Silvia Coicaud. (2019). Potencialidades didácticas de la inteligencia artificial: mediaciones tecnológicas para una enseñanza disruptiva. Noveduc, 128 pp. 209-212
Paola Dellepiane

Legislación educativa

- Principales reseñas de legislación educativa publicadas en el BOE entre mayo y agosto de 2022 213-216

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.



Ecosistema de tecnologías emergentes: realidad aumentada, virtual y mixta

Julio Cabero-Almenara

Catedrático de Didáctica y Organización Escolar de la Universidad de Sevilla (España)
cabero@us.es | <https://orcid.org/0000-0002-1133-6031>

Rubicelia Valencia-Ortiz (autora de contacto)

Gerente de Innovación y Transformación Digital en Macmillan Education (Ciudad de México, México)
rubicelia.valencia@macmillaneducation.com | <https://orcid.org/0000-0003-4656-5456>

Carmen Llorente-Cejudo

Profesora titular de la Universidad de Sevilla (España)
karen@us.es | <https://orcid.org/0000-0002-4281-928X>

Extracto

Diferentes tecnologías emergentes están dando un fuerte impulso gracias a acontecimientos como la importancia adquirida de la Web 2.0, la reducción de costes de equipos o la fuerte penetración de los dispositivos móviles, entre otros. Una de estas tecnologías emergentes es la denominada «realidad extendida» o «mixta», la cual tendrá un fuerte nivel de penetración en nuestros centros educativos y universidades en un horizonte de 3 a 5 años. En el presente artículo se hace una revisión del estado de la cuestión sobre la incorporación de la realidad extendida en los diferentes niveles educativos de enseñanza, centrándose en lo que respecta a su utilización en contextos de formación universitaria; y se analiza qué se entiende como realidad extendida, realidad aumentada o realidad mixta, así como las posibilidades y limitaciones didácticas que los estudios e investigaciones han detectado en torno a su uso, con el propósito de diseñar un marco teórico desde diferentes teorías que sustenten su incorporación en el ámbito educativo.

Palabras clave: nuevas tecnologías; realidad extendida; formación universitaria; realidad aumentada; tecnologías emergentes; realidad virtual; aplicación educativa realidad extendida.

Recibido: 26-02-2022 | Aceptado: 26-05-2022 | Publicado: 07-09-2022

Cómo citar: Cabero Almenara, J., Valencia-Ortiz, R. y Llorente-Cejudo, C. (2022). Ecosistema de tecnologías emergentes: realidad aumentada, virtual y mixta. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 7-22. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.1148>



Ecosystem of emerging technologies: augmented, virtual and mixed reality

Julio Cabero-Almenara

Catedrático de Didáctica y Organización Escolar de la Universidad de Sevilla (España)
cabero@us.es | <https://orcid.org/0000-0002-1133-6031>

Rubicelia Valencia-Ortiz (corresponding author)

Gerente de Innovación y Transformación Digital en Macmillan Education (Ciudad de México, México)
rubicelia.valencia@macmillaneducation.com | <https://orcid.org/0000-0003-4656-5456>

Carmen Llorente-Cejudo

Profesora titular de la Universidad de Sevilla (España)
karen@us.es | <https://orcid.org/0000-0002-4281-928X>

Abstract

Different emerging technologies are having a strong boost in the context of events such as the acquired importance of Web 2.0 applications, the reduction of equipment costs, or the strong penetration rate of mobile devices, among others. One of these emerging technologies is the so-called «extended reality» or «mixed» which will have a strong level of penetration into our educational centers and universities in a time horizon of 3 to 5 years. This article reviews the state of the art on the incorporation of extended reality in the different educational levels of teaching, focusing on its use in university training contexts; it analyzes what is understood as extended reality, augmented reality or mixed reality, and the didactic possibilities and limitations that studies and research have found regarding its use, with the aim of designing a theoretical framework from different theories that support their incorporation into the educational field.

Keywords: new technologies; extended reality; university training; augmented reality; emerging technologies; virtual reality; extended reality educational application.

Received: 26-02-2022 | Accepted: 26-05-2022 | Published: 07-09-2022

Citation: Cabero Almenara, J., Valencia-Ortiz, R. and Llorente-Cejudo, C. (2022). Ecosystem of emerging technologies: augmented, virtual and mixed reality. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 7-22. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.1148>



Sumario

1. Introducción
 2. ¿Qué se puede entender por realidad aumentada, virtual y mixta?
 3. Su incorporación a la instrucción y formación
 4. Limitaciones para su incorporación a la instrucción y formación
 5. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

1. Introducción

En lo que ha transcurrido del siglo XXI, diferentes tecnologías emergentes (web semántica, gamificación, computación en nubes, analíticas de aprendizaje, *massive open online courses* [MOOC], la internet de las cosas, realidad aumentada, realidad virtual, etc.) tienen un fuerte impulso gracias a diversos acontecimientos que van desde la importancia que ha adquirido la Web 2.0 hasta la reducción de costes de los equipos y la fuerte penetración de los dispositivos móviles. Dentro de estas tecnologías emergentes nos encontramos con la realidad aumentada (*augmented reality*), la realidad virtual (*virtual reality*) y la realidad extendida (*extended reality*), esta última también denominada «realidad mixta» (*mixed reality*). Estas tecnologías forman un ecosistema de ampliación y de nueva relación con la realidad y que, como se ha señalado en diferentes ediciones del *Informe Horizon* (Adams *et al.*, 2018; Alexander *et al.*, 2019; Brown *et al.*, 2020), tienen un fuerte nivel de penetración en nuestros centros educativos y universidades, algunas de ellas de acuerdo con los hiperciclos de Gartner, que es una representación gráfica de la madurez, adopción y aplicación comercial de una tecnología específica. En el caso al que nos referimos, debemos señalar que ya han alcanzado la meseta de la productividad y, en consecuencia, se han consolidado.

También, en lo concerniente a la realidad extendida, esta significación fue puesta de manifiesto por la Open University (Kukulska-Hulme *et al.*, 2021), que la señalaba como una de las tecnologías que desarrollarían una pedagogía innovadora a partir del 2021. Por otra parte, la institución CentroMipc, dedicada al análisis de las tendencias tecnológicas para pymes y educación, la situaba como una de las tendencias tecnológicas para la educación en el año 2018 (<https://centromipc.com/blog/tendencias-tecnologicas-educacion-2018/>).

Por tanto, hablar de estas tecnologías es referirnos a tecnologías que, además de su penetración y acercamiento al mundo educativo, despiertan un verdadero interés por conocer sus posibilidades educativas a través de la investigación, así como por analizar sus formas de diseño o determinar las limitaciones que se presentan para su incorporación a la enseñanza.

2. ¿Qué se puede entender por realidad aumentada, virtual y mixta?

De forma sintética, podemos decir que la realidad aumentada es la combinación de información digital e información física en tiempo real a través de diferentes dispositivos

tecnológicos; es decir, consiste en utilizar un conjunto de dispositivos tecnológicos que añaden información virtual a la información física; por tanto, implica añadir una parte sintética virtual a lo real (Cabero Almenara y García Jiménez, 2016). Por su parte, cuando hablamos de realidad virtual, se trata de reemplazar completamente un entorno real por un entorno sintético en 3D o con contenidos en trescientos sesenta grados; es decir, estamos hablando de simulaciones generadas por computadora que permiten al usuario interactuar con un entorno visual tridimensional artificial u otro entorno sensorial (Bockholt, 2017; Cañellas Mayor, 2017). Con la primera, el sujeto no se desprende de la realidad física, es más, la necesita para establecer la interacción; mientras que, con la segunda, se desprende completamente de ella e interactúa en un entorno especialmente construido para ello.

Por el contrario, cuando hablamos de realidad extendida o mixta, nos referimos a un nuevo concepto que aglutina las dos tecnologías anteriormente señaladas; es decir, la aumentada y la virtual. Por tanto, nos referimos, con ella, a la creación de una tecnología con la capacidad de crear y añadir información desarrollada virtualmente con el conocimiento y control de un entorno real. En consecuencia, hablar de realidad extendida o mixta es referirnos a las posibilidades educativas y a las características poseídas por la combinación de la realidad aumentada y la virtual.

Aunque hemos señalado alguna diferencia entre la realidad aumentada y la virtual, no debemos olvidar que ambas tecnologías comparten algunas características comunes, como la inmersión, la navegación y la interacción. Como señalan Johnson *et al.* (2016), «la realidad aumentada y [la] realidad virtual están separadas, pero estrechamente relacionadas con las tecnologías. La realidad aumentada se caracteriza por la incorporación de información digital, incluyendo imágenes, vídeo y audio en el mundo real. La realidad aumentada pretende mezclar la realidad con lo virtual, lo que permite a los usuarios interactuar con los dos objetos, físico y digital. La realidad virtual permite a los usuarios sumergirse en un mundo alternativo, simulado por el ordenador, en el que se pueden producir experiencias sensoriales» (p. 40), buscando en todos los casos la fidelidad de la representación y la interacción del estudiante. Fidelidad representativa que se refiere no solo a las cualidades visuales de la pantalla, sino también a la consistencia del comportamiento del objeto (Dalgarno y Lee, 2010), lo que permite crear para el usuario una sensación de estar allí o un sentido de presencia (Fowler, 2015).

Para Cabero Almenara *et al.* (2016), al comparar la realidad virtual y aumentada, «se constata que su diferencia radica en que promueven fórmulas de interacción entre los sujetos y el mundo real completamente distintas. Así, mientras la realidad virtual traslada a un mundo inexistente (virtual) que sustituye por completo al real, la realidad aumentada añade un nuevo plano a la visión que tienen del mundo real palpable, agregando información complementaria a través de la superposición de objetos de 3D virtuales» (pp. 31-32).

Pero tal vez, uno de los análisis más pormenorizados que se ha realizado respecto a las diferencias y similitudes entre la realidad aumentada y virtual ha sido el efectuado por Caballero Bermúdez *et al.* (2020), quienes establecen diferencias en función de una serie de criterios:

interacción del usuario con el mundo real o natural, inmersión del usuario en la experiencia digital, costos, facilidad de utilización, origen, fases de desarrollo e interconectividad.

Lo comentado permite establecer una clara diferencia entre la realidad aumentada y virtual, ya que, en la segunda, los datos virtuales sustituyen a los físicos, creándose una nueva realidad. Por el contrario, en la realidad aumentada, las dos realidades se superponen en distintas capas de información en formatos diversos (imágenes generadas por ordenador, secuencias de vídeo, animaciones, etc.) para configurar una nueva realidad que es con la que interacciona la persona. De todas formas, no olvidemos que ambas «realidades» comparten algunas características comunes, como ya se ha señalado: la inmersión, la navegación y la interacción.

Sin embargo, ambas tecnologías pueden combinarse en la realidad extendida, que es un tipo de sistema híbrido que involucra tanto elementos físicos como virtuales (Tang *et al.*, 2020), y brindan experiencias virtuales completamente inmersivas (Brown *et al.*, 2020).

3. Su incorporación a la instrucción y formación

Sobre su utilización en la instrucción y formación, debe señalarse, desde el principio, la significación que estas tecnologías están teniendo en los últimos años, como se puede comprobar, por una parte, en el aumento de publicaciones e investigaciones. Y, por otra, en la realización de diferentes metaanálisis de investigaciones para conocer sus posibilidades (Abich *et al.*, 2021; Di Natale *et al.*, 2020; Garzón *et al.*, 2019; Kavanagh *et al.*, 2107; Mass y Hughes, 2020; Radianti *et al.*, 2020; Suh y Prophet, 2018; Toala-Palma *et al.*, 2020; Vásquez-Carbonell y Silva-Ortega, 2020). Dichos metaanálisis han señalado diferentes aspectos, como son los siguientes:

- Los dominios de aplicación más populares cubiertos por estas tecnologías han sido la medicina, las ciencias sociales, la neurociencia y la psicología.
- Las variables más utilizadas han sido los estímulos, los contenidos, las reacciones cognitivas y afectivas que genera su utilización, las respuestas positivas y negativas que despiertan, el género, la edad y la búsqueda de sensaciones e innovación personal.
- Su utilización aumenta la motivación de los estudiantes.
- El porcentaje de investigaciones ha aumentado considerablemente en los últimos tiempos.
- Se presentan como tecnologías con fuertes desarrollos en el futuro de la educación.
- Se han efectuado pocas investigaciones centradas en sus efectos educativos, mientras aumentan las investigaciones sobre aspectos tecnológicos.

- Permiten conseguir un verdadero efecto de inmersión.
- Hay investigaciones que subrayan su eficacia para favorecer el aprendizaje de los estudiantes.
- Realización de investigaciones poco rigurosas y con problemas de investigación con escasa significación para el terreno educativo.
- Son herramientas que potencian la innovación educativa.

Al mismo tiempo, son tecnologías que actualmente se utilizan en los diferentes niveles de enseñanza, desde infantil a bachillerato, formación profesional y enseñanza universitaria (Akçayır y Akçayır, 2017; George Reyes, 2020; López-Cortés *et al.*, 2021; Marín y Muñoz, 2018), aunque nosotros nos centremos en este artículo fundamentalmente en su utilización en contextos de formación universitaria. Y también son tecnologías que se han incorporado a diferentes áreas de conocimiento, encontrando una especial atención en las disciplinas STEM¹ (Ibáñez y Delgado-Kloos, 2018).

De todas formas, recordemos que su utilización ha trascendido el ámbito educativo y así, por ejemplo, se han llevado a cabo experiencias como en el tratamiento de los niños autistas (Lorenzo *et al.*, 2016) para desarrollar la creatividad (Jimeno-Morenilla *et al.*, 2016) o para aumentar las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia y mejorar su educación científica (Birt *et al.*, 2017; Makransky *et al.*, 2020). En definitiva, su utilización ha alcanzado un amplio espectro, no solo formativo, sino también en un sentido «curativo» y de potenciación de determinadas competencias y habilidades.

Y ya centrándonos en su utilización en la enseñanza universitaria, nos encontramos con diferentes análisis que señalan las disciplinas más utilizadas. Así, Vergara *et al.* (2021) señalan que son las áreas de ciencias de la salud, de ingeniería y de arquitectura donde han sido más utilizadas y, además, con resultados satisfactorios. Por su parte, Radianti *et al.* (2020), en el metaanálisis de publicaciones que realizan, señalan que son la medicina, las ciencias sociales, la neurociencia y la psicología donde más se ha llegado a utilizar.

Sin embargo, encontramos experiencias de utilización en otras áreas, como idiomas (Garrido-Iñigo y Rodríguez-Moreno, 2015; Nicolaidou *et al.*, 2021), educación física (Guo, 2016), arte e historia (*Future of Education Technology Conference [FETC]*, 2021; Kukulská-Hulme *et al.*, 2021), matemáticas (Birt *et al.*, 2017), dibujo técnico (Alvarado *et al.*, 2019) o turismo (Alvarado *et al.*, 2019). En consecuencia, podemos señalar que, en la formación universitaria, las disciplinas en que se ha llegado a utilizar son bastante diversas y amplias.

De todas formas, no olvidemos que una de las áreas donde más se ha empleado, y con resultados significativos en lo que respecta al aprendizaje, la motivación y las actitudes, ha

¹ STEM (*science, technology, engineering and mathematics*).

sido la medicina (Birt *et al.*, 2017; Lahiri *et al.*, 2015; Kukulska-Hulme *et al.*, 2021; Tsekhmister *et al.*, 2021; Walsh *et al.*, 2017), donde, además, se ha mostrado muy eficaz durante el periodo de la pandemia.

En cuanto a su utilización –y aunque se han realizado diferentes aplicaciones educativas de estas tecnologías, como puede observarse en los trabajos de Brown *et al.* (2020) y Kukulska-Hulme *et al.* (2021)–, la realidad es que faltan estudios e investigaciones que no se centren fundamentalmente en problemáticas asociadas al *hardware* que se desee utilizar y a los requerimientos del *software* para la producción de sus objetos de aprendizaje (Abich *et al.*, 2021).

Aunque las investigaciones se presentan con un carácter limitado, tampoco se puede negar que las realizadas hayan puesto de manifiesto una diversidad de aspectos, como son que su utilización aumenta la motivación de los estudiantes hacia la acción educativa desarrollada y los contenidos presentados (Campos Soto *et al.*, 2020; Cantón Enríquez *et al.*, 2017; Radianti *et al.*, 2021), que mejora la atención (Campos Soto *et al.*, 2020), que mejora los resultados de aprendizaje (Fromm *et al.*, 2021; Zhonggen, 2021) y que los estudiantes muestran altos niveles de satisfacción cuando participan en experiencias con este tipo de objetos (Shen *et al.*, 2019; Lerma García *et al.*, 2020). Cuando se han realizado estudios comparativos con modelos tradicionales de formación, los resultados han sido favorables a las experiencias realizadas utilizando este tipo de objetos (Alfalah *et al.*, 2019; Tang *et al.*, 2020).

Particularmente significativa ha sido la diversidad de resultados alcanzados por nosotros dentro del Proyecto Rafodiun², referidos tanto al grado de aprendizaje como al nivel de aceptación y motivación que despierta la tecnología de la realidad aumentada. Asimismo, en las publicaciones presentadas en el sitio web del proyecto, el lector interesado puede analizar otros temas relacionados con el resto de investigaciones, como la posibilidad de que los alumnos se conviertan en productores de objetos de aprendizaje en formato de realidad aumentada (Cabero Almenara *et al.*, 2018; Marín-Díaz *et al.*, 2018).

4. Limitaciones para su incorporación a la instrucción y formación

Como se desprende del Proyecto Rafodiun, las dificultades para incorporar estas tecnologías a la enseñanza son diversas. Al respecto, se detectaron como principales las siguientes:

- Inexistencia de un cuerpo teórico consolidado que facilite establecer claras estrategias para su utilización.

² <https://grupotecnologiaeducativa.es/proyectorafodiun/>

- Formación de la que puede disponer el profesorado.
- Tecnología novedosa y, por tanto, con escasas investigaciones.
- Evolución vertiginosa que adquiere su tecnología y *software* de programación.
- Disociación y carga cognitiva que se produce al interactuar en un contexto que mezcla lo real y lo virtual.
- Poca existencia de objetos de aprendizaje para ser utilizados en la enseñanza.

Pero, conforme se incorporan estas tecnologías a la enseñanza y se aumenta su conocimiento mediante la investigación educativa, surgen nuevos problemas para analizar e investigar. Así, uno de los problemas que se ha planteado desde la investigación se refiere a los diferentes efectos que se pueden producir con su utilización bajo la modalidad de «escritorio», que está «conformada simplemente por una computadora de escritorio con características comunes, capacidad para reproducir contenidos multimedia o simulaciones que se pueden explorar a través del teclado, el *mouse*, un *joystick* o una pantalla táctil» (Flores Cruz *et al.*, 2014, p. 5), o bajo la modalidad «inmersiva», que está «constituida por un par de pantallas de visualización tridimensional montadas en un casco sobre la cabeza del usuario, que le permiten estar del todo aislado del mundo físico exterior; en esta categoría también entran las llamadas cuevas de realidad virtual» (Flores Cruz *et al.*, 2014, p. 5). En este sentido, las investigaciones sugieren que los resultados que se alcanzan con cada una de las formas de utilización son diferentes (Parong y Mayer, 2021; Raua *et al.*, 2018; Shu *et al.*, 2018; Suh y Prophet, 2018; Radianti *et al.*, 2020; Zhonggen, 2021).

Sin embargo, no es posible negar que diferentes investigaciones han señalado algunas de las limitaciones que tienen para su incorporación a la formación, variables que deberán ser contempladas a la hora de su puesta en acción. Una ya señalada es la falta de investigación, pero también nos encontramos con otras, como la novedad de la tecnología (Parong y Mayer, 2021), el costo y el esfuerzo para su realización (Brown *et al.*, 2020) o la necesidad de contar con unos dispositivos especiales para la realización de las experiencias inmersivas (Kukulka-Hulme *et al.*, 2021), tampoco podemos olvidarnos, como sugieren Brown y otros (2020), que su utilización supone una disminución en los costos que deben invertir las instituciones para la realización de diferentes prácticas.

En consecuencia, y como llegan a señalar una diversidad de autores (Abich *et al.*, 2021; Ke *et al.*, 2016; Radianti *et al.*, 2020; Scavarelli *et al.*, 2021), es necesario llevar a cabo investigaciones para determinar diferentes aspectos, tales como son la problemática de su diseño, las teorías de aprendizaje que pueden apoyar mejor su utilización, las estrategias de utilización, el análisis de sus posibilidades educativas o el sentido de presencia que generan.

Por otro lado, nos encontramos con la problemática de la «carga cognitiva», teoría que sugiere que los resultados educativos serán satisfactorios cuando los recursos o las habilidades cognitivas puedan satisfacer las necesidades de los estudiantes; sin embargo, si

no lo hacen o las cargas cognitivas son excesivamente altas, los resultados educativos no serán satisfactorios (Murphy *et al.*, 2015). Ello también está relacionado con las emociones que la experiencia educativa despierta en los estudiantes, su motivación (Feldon *et al.*, 2109) y la complejidad de la tarea (Lin y Kao, 2018). Diferentes investigaciones (Lee, 2020; Singh *et al.*, 2020) han señalado que la utilización de objetos de aprendizaje en formato realidad extendida disminuye la carga cognitiva que invierten los estudiantes en el procesamiento de la información y, por tanto, favorece el aprendizaje. De todas formas, los resultados no son tan claros y las investigaciones ofrecen resultados contradictorios y diferentes (Akçayır y Akçayır, 2017). Por ello, puede ser interesante adoptarla como línea futura de investigación.

La necesidad de establecer una teoría de aprendizaje en la que apoyar su utilización ha sido reclamada por diferentes autores (Fowler, 2015; Morris, 2019; Radianti *et al.*, 2020) que llamaban la atención respecto a que en muchos estudios faltaba la declaración de una teoría explícita, siendo su declaración de utilidad para la adquisición de habilidades y competencias (Brown *et al.*, 2020). Bajo esta perspectiva se han desarrollado diferentes propuestas de utilizarlas apoyándose en la teoría del aprendizaje experiencial (Fromm *et al.*, 2021; Le *et al.*, 2015; Li *et al.*, 2019; Sun y Cheng, 2009), ya que los objetos producidos con estas tecnologías facilitan la interactividad e inmersión de los estudiantes en los entornos creados por los materiales producidos (Fowler, 2015; Radianti *et al.*, 2020), lo que facilita el aprendizaje mediante la práctica por parte del estudiante (Sultan *et al.*, 2019).

Es necesario señalar que la teoría del aprendizaje experiencial fue desarrollada por Kolb (2015) y se apoya en el principio de que el conocimiento se crea a través de la transformación de la experiencia desarrollada mediante cuatro tipos diferentes de habilidades:

- Experiencia concreta (*concrete experience* [CE]).
- Observación reflexiva (*reflective observation* [RO]).
- Conceptualización abstracta (*abstract conceptualisation* [AC]).
- Experimentación activa (*active experimentation* [AE]).

Es decir, deben poder involucrarse de manera plena, abierta y sin prejuicios en nuevas experiencias (CE); deben poder reflexionar y observar sus experiencias desde muchas perspectivas (RO); deben ser capaces de crear conceptos que integren sus observaciones en teorías lógicamente sólidas (AC); y deben poder utilizar estas teorías para tomar decisiones y resolver problemas (AE) (Morris, 2018). Todo ello facilita que los estudiantes se involucren, sean activos, estén comprometidos y participen en el proceso de aprendizaje.

Al mismo tiempo, su utilización está comenzando a recibir aportaciones desde diferentes marcos teóricos, como son las siguientes teorías: el aprendizaje basado en juegos, el aprendizaje basado en la investigación por parte del estudiante, el aprendizaje ubicuo, el aprendizaje móvil, la perspectiva constructivista de la enseñanza y el aprendizaje contextual.

Otro de los problemas que nos encontramos para su utilización se deriva de la falta de presupuestos teóricos y conceptuales con los que contamos para el diseño de los materiales educativos en estos soportes tecnológicos. Preguntas referidas al número de conceptos que se deben presentar, la amplitud de los escenarios grabados, la necesidad de incorporación de mapas y señales para dirigir la atención de los estudiantes, la significación de la calidad de la imagen para la interpretación, la accesibilidad y facilidad de navegación, entre otras. Todas las anteriores son cuestiones que deben ser abordadas desde la investigación educativa. Y todo ello independientemente de la necesidad de su incorporación en diseños instruccionales robustos, pues, en el caso contrario, las experiencias pueden convertirse en elementos lúdicos y no instruccionales.

5. Conclusiones

Las tecnologías emergentes ocupan ya un lugar importante en distintos ámbitos de la sociedad y existen estudios que han explorado sus posibilidades educativas y han analizado sus formas de diseño y las limitaciones en su proceso de incorporación a la enseñanza. Conforme se avanza en este proceso y en la investigación respectiva, se ha «problematizado» esta línea de análisis y se ha constatado la necesidad de más estudios, sobre todo, en cuanto a la novedad de estas tecnologías, el costo y esfuerzo para su realización o la ampliación de los presupuestos teóricos y conceptuales que den fundamento al diseño de los materiales educativos en estos soportes tecnológicos.

Finalmente, no se pueden olvidar los problemas derivados de la falta de formación del profesorado, ya no solo para la incorporación de las tecnologías de la información y comunicación de forma general en la práctica educativa, sino también, de manera más específica, de las tecnologías a las que nos estamos refiriendo en el presente artículo.

Referencias bibliográficas

- Abich, J., Parker, J., Murphy, J. S. y Eudy, M. (2021). A review of the evidence for training effectiveness with virtual reality technology. *Virtual Reality*, 25, 919-933. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00498-8>
- Adams Becker, S., Brown, M., Dahlstrom, E., Davis, A., DePaul, K., Díaz, V. y Pomerantz, J. (2018). *NMC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition*. EDUCAUSE. <https://library.educase.edu/~media/files/library/2018/8/2018horizonreport.pdf>
- Akçayır, M. y Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: a systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Alexander, B., Ashford-Rowe, K., Barajas-Murphy, N., Dobbin, G., Knott, J., McCormack, M., Pomerantz, J., Seilhamer, R. y Weber, N. (2019). *EDUCAUSE Horizon Report*. EDUCAUSE. <https://library.educase.edu/~media/files/library/2019/8/2019horizonreport.pdf>

se.edu/-/media/files/library/2019/4/2019horizonreport.pdf?la=en&hash=C8E8D444AF372E705FA1BF9D4FF0DD4CC6F0FDD1

Alfalah, S. F. M., Falah, J. F. M., Alfalah, T., Elfalah, M., Muhaidat, N. y Falah, O. (2019). A comparative study between a virtual reality heart anatomy system and traditional medical teaching. *Virtual Reality*, 23, 229-234. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0359-y>

Alvarado, Y., Jofré, N., Rosas, M. y Guerrero, R. A. (2019). Aplicaciones de realidad virtual y realidad aumentada como soporte a la enseñanza del dibujo técnico. *Enseñanza y Aprendizaje de Ingeniería de Computadores*, 9, 65-74.

Birt, J., Moore, E. y Cowling, M. (2017). Improving paramedic distance education through mobile mixed reality simulation. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(6), 69-83. <https://doi.org/10.14742/ajet.3596>

Bockholt, N. (2017). *Realidad virtual, realidad aumentada, realidad mixta. Y ¿qué significa «inmersión» realmente?* https://www.thinkwithgoogle.com/_qs/documents/2027/c922f_15_perspectivas_realidadvirtual_quesignificainmersion.pdf

Brown, M., McCormack, M., Reeves, J., Christopher Brooks, D., Grajek, S., Alexander, B., Bali, M., Bulger, S., Dark, S., Engelbert, N., Gannon, K., Gauthier, A., Gibson, D., Gibson, R., Lundin, B., Veletsianos, G. y Weber, N. (2020). *2020 EDUCAUSE Horizon Report. Teaching and Learning Edition*. EDUCAUSE.

Caballero Bermúdez, M.^a P., Mejía Corredor, C. y Romero Rincón, J. C. (2020). Realidad aumentada vs. realidad virtual: una revisión conceptual. *Teknos. Revista Científica*, 19(2), 10-19.

Cabero Almenara, J., Barroso Osuna, J. y Gallego Pérez, Ó. (2018). La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada

por los estudiantes. Los estudiantes como prosumidores de información. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 11, 15-46. <https://doi.org/10.51302/tce.2018.221>

Cabero Almenara, J. y García Jiménez, F. (Coords.). (2016). *Realidad aumentada: tecnología para la formación*. Síntesis.

Cabero Almenara, J., García Jiménez, F. y Arroyo Fernández, C. (2016). La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada para la formación universitaria en el SAV de la Universidad de Sevilla. En L. Villalustre Martínez y M.^a E. del Moral Pérez (Coords.), *Experiencias interactivas con realidad aumentada* (pp. 9-30). Octaedro.

Campos Soto, N., Ramos Navas-Parejo, M. y Moreno Guerrero, A. J. (2020). Realidad virtual y motivación en el contexto educativo: estudio bibliométrico de los últimos veinte años de Scopus. *Alteridad. Revista de Educación*, 15(1), 47-60. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.04>

Cantón Enríquez, D., Arellano Pimentel, J., Hernández López, M. A. y Nieva García, O. S. (2017). Uso didáctico de la realidad virtual inmersiva con interacción natural de usuario enfocada a la inspección de aerogeneradores. *Apertura*, 27, 9(2), 8-23. <https://doi.org/10.32870/ap.v9n2.1049>

Cañellas Mayor, A. (2017). Apuntes docentes: posibilidades educativas de la realidad virtual inmersiva. *Centro de Comunicación y Pedagogía*. <http://www.centrocp.com/apuntes-docentes->

Dalgarno, B. y Lee, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41, 10-32 <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x>

Di Natale, A., Repetto, C., Riva, G. y Villani, D. (2020). Immersive virtual reality in K-12 and higher education: a 10-year systematic review of empirical research. *British*

- Journal of Educational Technology*, 51(6), 2.006-2.033. <https://doi.org/10.1111/bjet.13030>
- Feldon, D. F., Callan, G., Juth, S. y Jeong, S. (2019). Cognitive load as motivational cost. *Educational Psychology Review*, 31, 319-337. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09464-6>
- FETC. (2021). *How Can Virtual Reality Be Used to Improve Education?* <https://blog.fetc.org/how-can-virtual-reality-be-used-to-improve-education/>
- Flores Cruz, J. A., Camarena Gallardo, P. y Avalos Villarreal, E. (2014). La realidad virtual, una tecnología innovadora aplicable al proceso de enseñanza de los estudiantes de ingeniería. *Apertura*, 6(2), 1-11.
- Fowler, C. (2015). Virtual reality and learning: Where is the pedagogy? *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 412-422. <https://doi.org/10.1111/bjet.12135>
- Fromm, J., Radianti, J., Wehking, C., Stieglitz, S., Majchrzak, T. A. y Brocke, J. vom. (2021). More than experience?-On the unique opportunities of virtual reality to afford a holistic experiential learning cycle. *The Internet and Higher Education*, 50, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2021.100804>
- Garrido-Iñigo, P. y Rodríguez-Moreno, F. (2015). The reality of virtual worlds: pros and cons of their application to foreign language teaching. *Interactive Learning Environments*, 23(4), 453-470.
- Garzón, J., Pavón, J. y Baldiris, S. (2019). Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. *Virtual Reality*, 23, 447-459. <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00379-9>
- George Reyes, C. E. (2020). Percepción de estudiantes de bachillerato sobre el uso de Metaverse en experiencias de aprendizaje de realidad aumentada en matemáticas. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 58, 143-159. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.74367>
- Guo, H. (2016). Application of virtual reality technology in swimming teaching. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 11(11), 9-14. <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i11.6246>
- Ibáñez, M.^a B. y Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: a systematic review. *Computers & Education*, 123, 109-123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Jimeno-Morenilla, A., Sánchez-Romero, J. L., Mora-Mora, H. y Coll-Miralles, R. (2016). Using virtual reality for industrial design learning: a methodological proposal. *Behaviour & Information Technology*, 35(11), 897-906.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A. y Hall, C. (2016). *NMC Horizon Report: 2016. Higher Education Edition*. The New Media Consortium.
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B. y Plimmer, B. (2017). A systematic review of virtual reality in education. *Themes in Science and Technology Education*, 10(2), 85-119.
- Ke, F., Lee, S. y Xu, X. (2016). Teaching training in a mixed-reality integrated learning environment. *Computers in Human Behavior*, 62, 212-220.
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential Learning*. Pearson Education.
- Kukulska-Hulme, A., Bossu, C., Coughlan, T., Ferguson, R., FitzGerald, E., Gaved, M., Herodotou, C., Rienties, B., Sargent, J., Scanlon, E., Tang, J., Wang, Q., Whitelock, D. y Zhang, S. (2021). *Innovating Pedagogy 2021. Exploring new forms of Teaching, Learning and Assessment, to Guide Educators and Policy Makers*. The Open University.

- Lahiri, U., Bekele, E., Dohrmann, E. y Warren, Z. (2015). A physiologically informed virtual reality based social communication system for individuals with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(4), 919-931.
- Le, Q. T., Pedro, A. y Park, C. S. (2015). A social virtual reality based construction safety education system for experiential learning. *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, 79, 487-506.
- Lee, I.-J. (2020). Applying virtual reality for learning woodworking in the vocational training of batch wood furniture production. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1841799>
- Lerma García, L., Rivas Porras, D., Adame Gallegos, J. R., Ledezma Millán, F., López de la Torre, H. A. y Ortiz Palomino, C. E. (2020). Realidad virtual como técnica de enseñanza en educación superior: perspectiva del usuario. *Enseñanza & Teaching*, 38(1), 111-123. <https://doi.org/10.14201/et2020381111123>
- Li, C., Ip, H. H. S. y Ma, P. K. (2019). A design framework of virtual reality enabled experiential learning for children with autism spectrum disorder. En S. K. S. Cheung, L.-K. Lee, I. Simonova, T. Kozel T. y L.-F. Kwok (Eds.), *Blended Learning: Educational Innovation for Personalized Learning*. ICBL. *Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 11546). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-21562-0_8
- Lin, F.-R. y Kao, C.-M. (2018). Mental effort detection using EEG data in e-learning contexts. *Computers & Education*, 122, 63-79. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.020>
- Lin, P.-C., Lu, H.-K. y Fan, S.-M. (2012). Exploring the impact of perceived teaching style. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 9, 64-67.
- López-Cortés, F., Ravanal Moreno, E., Palmas-Rojas, C. y Merino Rubilar, C. (2021). Niveles de representación externa de estudiantes de educación secundaria acerca de la división celular mitótica: una experiencia con realidad aumentada. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 62, 7-37. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.84491>
- Lorenzo, G., Lledó, A., Pomares, J. y Roig, R. (2016). Design and application of an immersive virtual reality system. *Computers & Education*, 98, 192-205.
- Makransky, G., Petersen, G. y Klingenberg, S. (2020). Can an immersive virtual reality simulation increase students' interest and career aspirations in science? *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 1-19. <https://doi.org/10.1111/bjet.12954>
- Marín-Díaz, V., Cabero-Almenara, J. y Gallego-Pérez, O. M. (2018). Motivación y realidad aumentada: alumnos como consumidores y productores de objetos de aprendizaje. *Aula Abierta*, 47(3), 337-346. <https://doi.org/10.17811/rifie.47.3.2018.337-346>
- Marín Díaz, V. y Muñoz Asencio, V. P. (2018). Trabajar el cuerpo humano con realidad aumentada en educación infantil. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 9, 148-158. <https://doi.org/10.51302/tce.2018.177>
- Mass, M. J. y Hughes, J. M. (2020). Virtual, augmented and mixed reality in K-12 education: a review of the literature. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(2), 231-249. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1737210>
- Morris, T. H. (2018). Experiential learning-A systematic review and revision of Kolb's model. *Interactive Learning Environments*, 28(8), 1.064-1.077. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1570279>
- Murphy, G., Groeger, J. A. y Greene, C. M. (2015). Twenty years of load theory where are we now, and where should we go next?

- Psychonomic Bulletin and Review*, 23(5), 1.316-1.340. <https://doi.org/10.3758/s13423-015-0982-5>
- Nicolaidou, I., Pissas, P. y Boglou, D. (2021). Comparing immersive virtual reality to mobile applications in foreign language learning in higher education: a quasi-experiment. *Interactive Learning Environments*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1870504>
- Parong, J. y Mayer, R. E. (2021). Learning about history in immersive virtual reality: does immersion facilitate learning? *Educational Technology Research and Development*, 69, 1.433-1.451. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-09999-y>
- Radianti, J., Majchrzak, T., Fromm, J. y Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 1-29. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Raua, P.-L. P., Zhenga, J., Guo, Z. y Li, J. (2018). Speed reading on virtual reality and augmented reality. *Computers & Education*, 125, 240-245. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.016>
- Scavarelli, A., Arya, A. y Teather, R. J. (2021). Virtual reality and augmented reality in social learning spaces: a literature review. *Virtual Reality*, 25, 257-277. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00444-8>
- Shen, Cw., Ho, Jt., Ly, P. T. M. y Kuo, Tc. (2019). Behavioural intentions of using virtual reality in learning: perspectives. *Virtual Reality*, 23, 313-324. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0348-1>
- Shu, Y.-Z., Chang, S.-H. y Chen, M.-Y. (2018). Do virtual reality head-mounted displays make a difference? A comparison of presence and self-efficacy between head-mounted displays and desktop computer-facilitated virtual environments. *Virtual Reality*, 23, 437-446. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0376-x>
- Singh, G., Mantri, A., Sharma, O. y Kaur, R. (2020). Virtual reality learning environment for enhancing electronics engineering laboratory experience. *Computer Application Engineering Education*, 29(1), 229-243. <https://doi.org/10.1002/cae.22333>
- Suh, A. y Prophet, J. (2018). The state of immersive technology research: a literature analysis. *Computers in Human Behavior*, 86, 77-90.
- Sultan, L., Abuznadah, W., Al-Jifree, H., Khan, M. A., Alsaywid, B. y Ashour, F. (2019). An experimental study on usefulness of virtual reality 360° in undergraduate medical education. *Advances in Medical Education and Practice*, 10, 907-916. <https://doi.org/10.2147/AMEP.S219344>
- Sun, H.-M. y Cheng, W.-L. (2009). The input-interface of webcam applied in 3D virtual reality system. *Computers & Education*, 53(4), 1.231-1.240.
- Tang, Y. M., Au, K. M., Lau, H. C. W., Ho, G. T. S y Wu, C. H. (2020). Evaluating the effectiveness of learning design with mixed reality (MR) in higher education. *Virtual Reality*, 24, 797-807. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00427-9>
- Tsekhmister, Y. V., Konovalova, T., Tsekhmister, B. Y., Agrawal, A. y Ghosh, D. (2021). Evaluation of virtual reality technology and online teaching system for medical students in Ukraine during COVID-19 Pandemic. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 16(23), 127-139.
- Toala-Palma, J., Arteaga-Mera, J. y Quintana-Loor, J. (2020). La realidad virtual como herramienta de innovación educativa. *EPIS-TEME KOINONIA*, 3(5), 270-286.
- Vásquez-Carbonell, M. A. y Silva-Ortega, J. I. (2020). Tendencias y características de la realidad virtual: una revisión de la literatura

entre los años 2017 y 2018. *Journal of Computer and Electronic Sciences: Theory and Applications*, 1(1), 36-70. <https://doi.org/10.17981/cesta.01.01.2020.04>

Vergara, D., Antón-Sancho, A., Extremera, J. y Fernández-Arias. (2021). Assessment of virtual reality as a didactic resource in higher education. *Sustainability*, 13, 1-22. <https://doi.org/10.3390/su132212730>

Walsh, C. M., Garg, A., Ng, S. L., Goyal, F. y Grover, S. C. (2017). Residents' perceptions of simulation as a clinical learning approach. *Canadian Medical Education Journal*, 8(1), 76-87.

Zhonggen, Y. (2021). A meta-analysis of the effect of virtual reality technology use in education. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1989466>

Julio Cabero-Almenara. Doctor en Ciencias de la Educación y catedrático de Tecnología Educativa. Miembro fundador de EDUTEK (Asociación para el Desarrollo de la Tecnología Educativa y de las Nuevas Tecnologías aplicadas a la educación). Director del Grupo de Investigación Didáctica (GID): Análisis Tecnológico y Cualitativo. Código de grupo de la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía: HUM-0390. Ha impartido conferencias en diferentes universidades tanto españolas como europeas y latinoamericanas. Director de la revista *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*. Ha recibido el Premio de Investigación Social de la Diputación Provincial de Sevilla. Ha recibido la distinción de la Orden de la Universidad Central de Venezuela. Obtuvo el Primer Premio Estudios Financieros 2018 en la modalidad de Educación y Nuevas Tecnologías. <https://orcid.org/0000-0002-1133-6031>

Rubicelia Valencia-Ortiz. Doctora en Innovación Educativa con mención internacional y *cum laude* por la Universidad del País Vasco (España). Maestra en Comunicación y Tecnología Educativa y licenciada en Ciencias de la Comunicación. Cuenta con estudios en México, España y Corea del Sur. Tiene más de 15 años de experiencia como líder de proyectos tecnológicos y de transformación digital. Especialista en convergencia de medios aplicados a la educación, su experiencia y conocimientos han demostrado ser valiosos en más de 14 países de la región de América Latina, donde los estudiantes y profesores siguen utilizando los productos que ha desarrollado. Actualmente es gerente de innovación y transformación digital de Macmillan Education LATAM. <https://orcid.org/0000-0003-4656-5456>

Carmen Llorente-Cejudo. Doctora en Ciencias de la Educación, profesora titular de universidad y directora del Departamento de Didáctica y Organización Educativa de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla (España). Miembro del Grupo de Investigación Didáctica: Análisis Tecnológico y Cualitativo de los Procesos de Enseñanza-Aprendizaje. Ha participado en investigaciones sobre competencias y habilidades de docentes y discentes en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y sobre formación del profesorado universitario en estrategias metodológicas o realidad aumentada para la formación universitaria, entre otros. Ha intervenido como conferenciante en congresos nacionales e internacionales relacionados con el ámbito de la educación y las TIC. <https://orcid.org/0000-0002-4281-928X>

Contribución de autores. J. C.-A., R. V.-O. y C. L.-C. han participado a partes iguales en la elaboración de todos los apartados que constituyen este artículo.

Conocimientos tecnopedagógicos del profesorado de secundaria sobre la realidad mixta

Verónica Marín-Díaz (autora de contacto)

Profesora titular de la Universidad de Córdoba (España)
vmarin@uco.es | <https://orcid.org/0000-0001-9836-2584>

Begoña Esther Sampedro-Requena

Profesora contratada doctora de la Universidad de Córdoba (España)
bsampedro@uco.es | <https://orcid.org/0000-0002-5617-0135>

Esther María Vega-Gea

Profesora ayudante doctora de la Universidad de Córdoba (España)
esther.vega@uco.es | <https://orcid.org/0000-0002-6257-0805>

Julio Ruiz-Palmero

Profesor titular de la Universidad de Málaga (España)
julio@uma.es | <https://orcid.org/0000-0002-6958-0926>

Extracto

Resulta evidente que la incorporación de las herramientas digitales al campo de la educación es un hecho tanto en el ámbito de la innovación como en el de la investigación. Asimismo, estos recursos abren a los docentes (hombres y mujeres) un amplio abanico de posibilidades respecto al uso de los mismos en su metodología docente. Los modelos de enseñanza han de redefinir su brújula y rediseñar el proceso formativo, incorporando como medio y no como fin las tecnologías o los recursos digitales. En este sentido, aspectos como las creencias, las aptitudes o el conocimiento de las tecnologías, que tanto discentes como docentes posean, van a promover su inclusión en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Así, el objetivo de esta investigación es poner de manifiesto el conocimiento que el profesorado de enseñanza secundaria obligatoria tiene de la realidad mixta. Para ello se ha realizado un diseño cuantitativo de corte *ex post facto* a través de un muestreo no probabilístico. El principal resultado ha sido que el profesorado, en general, no tiene conocimientos tecnopedagógicos suficientes de la realidad mixta, por lo que podemos concluir que se hace patente la necesidad de una mayor formación docente para que la misma pueda ser incluida en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: realidad aumentada; realidad virtual; realidad mixta; competencia digital; profesorado; educación secundaria; conocimiento; formación digital.

Recibido: 15-03-2022 | Aceptado: 22-06-2022 | Publicado: 07-09-2022

Cómo citar: Marín-Díaz, V., Sampedro-Requena, B. E., Vega-Gea, E. M.^a y Ruiz-Palmero, J. (2022). Conocimientos tecnopedagógicos del profesorado de secundaria sobre la realidad mixta. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 23-48. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.1984>



Techno-pedagogical knowledge of secondary teachers about mixed reality

Verónica Marín-Díaz (corresponding author)

Profesora titular de la Universidad de Córdoba (España)
vmarin@uco.es | <https://orcid.org/0000-0001-9836-2584>

Begoña Esther Sampedro-Requena

Profesora contratada doctora de la Universidad de Córdoba (España)
bsampedro@uco.es | <https://orcid.org/0000-0002-5617-0135>

Esther María Vega-Gea

Profesora ayudante doctora de la Universidad de Córdoba (España)
esther.vega@uco.es | <https://orcid.org/0000-0002-6257-0805>

Julio Ruiz-Palmero

Profesor titular de la Universidad de Málaga (España)
julio@uma.es | <https://orcid.org/0000-0002-6958-0926>

Abstract

It is evident that the incorporation of digital tools in education is a fact, in both fields of innovation and research. Likewise, these resources provide teachers (men and women) a wide range of use possibilities in their teaching methodology. Teaching models have to redefine their compass and redesign the training process by incorporating digital technologies or resources as a means and not as an end. In this sense, students and teachers' beliefs, aptitudes or knowledge about technologies will promote their inclusion in the teaching-learning process. Thus, the aim of this research is to highlight the compulsory secondary education teachers' knowledge about mixed reality through a quantitative design with *ex post facto* approach, using non-probabilistic sampling. The main obtained outcome indicates that teachers, generally, do not have enough techno-pedagogical knowledge of mixed reality. Therefore, we can conclude that the need for greater teacher training is evident, so that it can be included in the teaching-learning process.

Keywords: augmented reality; virtual reality; mixed reality; digital competence; teachers; secondary school; knowledge; digital training.

Received: 15-03-2022 | Accepted: 22-06-2022 | Published: 07-09-2022

Citation: Marín-Díaz, V., Sampedro-Requena, B. E., Vega-Gea, E. M.^a and Ruiz-Palmero, J. (2022). Techno-pedagogical knowledge of secondary teachers about mixed reality. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 23-48. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.1984>



Sumario

1. Introducción
 2. Objetivos
 3. Método
 - 3.1. Participantes y procedimiento
 - 3.2. Instrumento
 4. Resultados
 - 4.1. Estudios descriptivos
 - 4.2. Estudio inferencial
 - 4.2.1. T-Student
 - 4.2.2. ANOVA de un factor
 - 4.3. Estudio correlacional
 - 4.4. Estudio lineal
 5. Discusión
 6. Conclusiones
 7. Limitaciones
- Referencias bibliográficas

Nota: trabajo financiado por el proyecto «Diseño, implementación y evaluación de materiales en realidad mixta para entornos de aprendizaje (PID2019-108933GB-I00)». Por otra parte, los autores del artículo declaran que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este estudio 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

Compartimos con Huang *et al.* (2016) que la incorporación de las herramientas digitales al campo de la educación supuso, y sigue suponiendo, un nuevo espacio de trabajo tanto para la innovación docente como para la investigación. Poco a poco, el desarrollo que estos recursos van teniendo ofrece al docente un amplio abanico de posibilidades para incorporarlos a su metodología de enseñanza. En consecuencia, los modelos de enseñanza han de redefinir su brújula (Fuentes *et al.*, 2019) y rediseñar el proceso formativo, incorporando como medio y no como fin las tecnologías o los recursos digitales.

Pero no solo basta con tener el deseo o la intención de mejorar y avanzar, sino que también existen otras variables, como pueden ser las creencias (Aranzibia *et al.*, 2020; Robles Haro *et al.*, 2016), el conocimiento (Cerecero Medina, 2018; Sonlleve Velasco *et al.*, 2017) o las percepciones (Papas *et al.*, 2019; Somoano García y Menéndez Santurio, 2018) que tienen los docentes, y que en el proceso de diseño del acto formativo han de tenerse en cuenta.

Centrando la atención en la variable referida al conocimiento del profesorado en torno a las tecnologías o recursos digitales empleados para la formación del alumnado, en este sentido y en línea con lo expuesto por parte de Fuentes *et al.* (2019) –quienes señalan que la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los espacios de aprendizaje necesita del desarrollo de una serie de destrezas o habilidades por parte del formador; en este caso concreto, de las tecnológicas o digitales, las cuales le van a facilitar la incorporación de este tipo de herramientas al aula–, el docente promoverá oportunidades para crear entornos de formación que se acerquen a la realidad del alumnado.

Por otra parte, el universo de herramientas tecnológicas es cada vez más amplio, así como versátil y dúctil, lo que hace necesaria no solo una formación, sino también un conocimiento pedagógico de sus posibilidades. Así, las denominadas «tecnologías emergentes», como pueden ser la realidad virtual, la gamificación o los ordenadores cuánticos, se van introduciendo poco a poco en los escenarios educativos con el objetivo principal de promover experiencias de aprendizaje que vinculen la realidad social con la académica (Marín y López, 2022). Esta incorporación la vemos tanto a nivel de publicaciones de experiencias de innovación docente (Álvarez Sánchez *et al.*, 2017; Figueroa Flores *et al.*, 2021; Villalustre Martínez, 2020), donde la relevancia es la interacción del estudiante con el contenido, de cara a promover un aprendizaje inmersivo y real, lo más cercano al día a día del estudiante, como a nivel investigador. Estos últimos ponen el acento en aspectos tales como el empleo de una tecnología concreta (Bursali y Yilmaz, 2019) o en función de los contenidos que se deseen trabajar en una materia específica (Figueroa Flores *et al.*, 2021).

En este sentido, la realidad mixta se presenta como una tecnología emergente que promueve el aprendizaje inmersivo (Marín y Vega, 2022). De este modo, el proceso formativo se vuelve más atractivo e interesante para el alumno, promoviendo una mayor motivación por su proceso de capacitación.

La realidad mixta, conocida también como «realidad híbrida» (Tang *et al.*, 2018), permite la combinación del mundo real con el virtual dentro de un entorno digital, facilitando al usuario, en este caso al estudiante, interactuar con el contenido de forma dinámica en tiempo real. Las experiencias e investigaciones llevadas a cabo con ella giran en torno a la aplicación directa de esta, centrando su atención en el alumnado (Araiza-Alba *et al.*, 2021) o corroborando la usabilidad de los entornos inmersivos creados (Kumar *et al.*, 2020; Palomo Beltrán, 2020). En este sentido, y como ya se comentó anteriormente, aspectos como las creencias, las aptitudes o el conocimiento hacia (o de) las tecnologías, que tanto discentes como docentes posean, van a promover su imbricación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por tanto, desde esta perspectiva se considera que es necesario determinar cuál es el conocimiento que poseen los profesores en torno a las tecnologías, en general, y de la realidad mixta, en particular, de modo que se pueda determinar si realmente la penetración de esta en el sistema educativo alcanza los niveles que algunos informes (Becker *et al.*, 2018; Pelletier *et al.*, 2021) han señalado que ya presenta.

Así, el objetivo de esta investigación no es otro que poner de manifiesto el conocimiento que el profesorado de enseñanza secundaria obligatoria tiene de la realidad mixta.

2. Objetivos

El proyecto del que emana esta investigación (Diseño, implementación y evaluación de materiales en realidad mixta para entornos de aprendizaje [PID2019-108933GB-I00]) responde a la necesidad de corroborar aspectos que las acciones de innovación docente, así como los resultados de algunas investigaciones (Marín-Díaz, Sampedro y Figueroa, 2022; Marín-Díaz, Sampedro-Requena y Vega-Gea, 2022), han puesto de relieve en el campo de la realidad mixta y de la ESO. A partir del objetivo «Analizar el conocimiento tecnológico que el profesorado de secundaria manifiesta tener sobre la realidad mixta en educación» se han establecido los siguientes objetivos específicos:

- O1.** Conocer si las variables sociodemográficas y de experiencia docente presentan diferencias significativas en el conocimiento tecnológico del profesorado de educación secundaria.
- O2.** Analizar la posible relación entre el conocimiento tecnopedagógico y el conocimiento más tecnificado de la realidad mixta que tiene el profesorado de ESO.
- O3.** Determinar la posible existencia de un modelo explicativo para el conocimiento tecnológico de la realidad mixta en los profesores de secundaria, tanto de carácter general como en función de variables sociodemográficas y experienciales de docencia, como el género, la edad, las materias impartidas y los años de experiencia.

A partir de los objetivos anteriormente señalados se han planteado las siguientes hipótesis de investigación:

- H1. Las mujeres tienen un mayor conocimiento de la realidad mixta.
- H2. Los docentes de más edad tienen un mayor conocimiento de la realidad mixta.
- H3. La materia impartida no determina el conocimiento que tienen los docentes de la realidad mixta.
- H4. Existe relación entre el conocimiento tecnopedagógico y el conocimiento más técnico que tiene el profesorado de educación secundaria sobre esta tecnología (realidad mixta).
- H5. El modelo del conocimiento tecnológico de los profesores de educación secundaria de la realidad mixta se explica por un conocimiento más tecnificado en función del conocimiento tecnopedagógico.

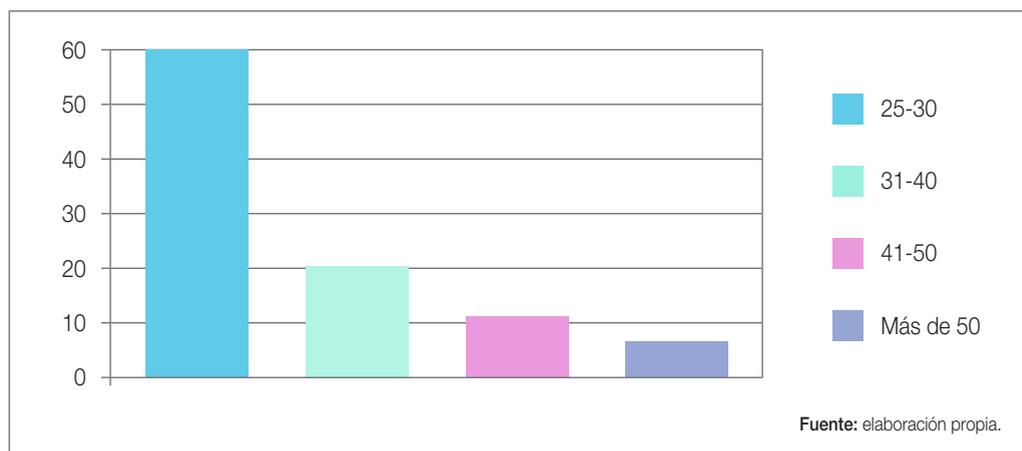
3. Método

El presente estudio cuantitativo se ubica en un diseño de corte *ex post facto*.

3.1. Participantes y procedimiento

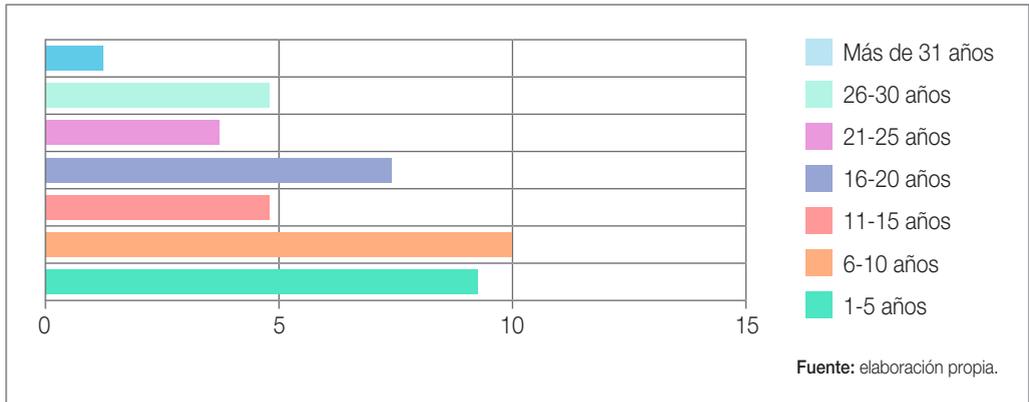
Los participantes en este estudio se han obtenido a través de un muestreo no probabilístico (Otzen y Manterola, 2017) de entre los docentes de la ciudad de Córdoba, siendo la muestra total de participantes 248. De estos, el 59,50 % han sido mujeres; el 39,70 %, hombres; y el 0,8 % ha preferido no decirlo (Desviación típica = 0,505). La edad media de los participantes ha sido de 31,48 años (Desviación típica = 10,210) (véase figura 1).

Figura 1. Distribución de la muestra según edad



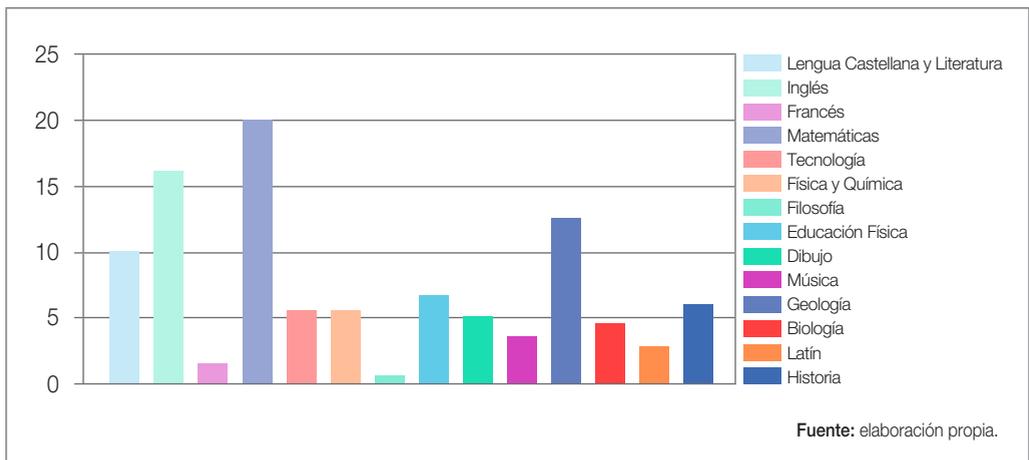
Atendiendo a los cursos en que imparten docencia, vemos que el 15,90 % da clase solo en cuarto de ESO; en primero, segundo y tercero lo hace el 14,60 % de forma simultánea; y el 11,40 %, en primero y segundo. Es importante destacar que el 8,90 % imparte clase en los cuatro cursos de este nivel educativo. En cuanto a los años de experiencia profesional, se comprueba que la mayoría de los profesores participantes en este estudio tienen una experiencia media de 6 a 10 años (Media = 14,17; Desviación típica = 9,011) (véase figura 2).

Figura 2. Distribución de la muestra según años de experiencia



Por último, con respecto a las materias que imparten los participantes, en la figura 3 comprobamos que el 20,20 % imparte Matemáticas; el 16,20 %, Inglés; y el 12,10 %, Geología, frente a un 0,8 % que enseña Filosofía.

Figura 3. Distribución de la muestra según las materias impartidas



3.2. Instrumento

Para la recopilación de los datos de este estudio de investigación se construyó un cuestionario *ad hoc*, compuesto por 19 ítems, distribuidos en dos bloques. El primer bloque incluía las cuestiones referidas a variables sociodemográficas (género, edad, años de experiencia, cursos en los que imparte docencia y materias que enseña), y el segundo bloque recogía los ítems propios de la investigación. La escala de respuesta de los 14 ítems fue tipo Likert, con 5 opciones de respuesta. Siguiendo las directrices de Matas (2018), los valores empleados oscilaron en la horquilla de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo).

La incorporación de las TIC en los espacios de aprendizaje necesita del desarrollo de una serie de destrezas o habilidades por parte de los formadores; en este caso concreto, de las tecnológicas o digitales

Con la finalidad de corroborar la fiabilidad y validez del instrumento, se procedió a realizar un análisis factorial exploratorio (AFE) con los 14 ítems a través del paquete estadístico SPSS V.25, el cual ha arrojado dos dimensiones que explican el 67,52 % de la varianza total mediante un método de extracción de mínimos cuadrados no ponderados (ULS) y de rotación-normalización Promax con Kaiser, para autovalores mayores a 1, y con la restricción impuesta de cargas superiores a 0,30 (Mavrou, 2015); pudiéndose asumir esta distribución factorial, atendiendo a los valores de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) de 0,942, y una prueba de esfericidad de Bartlett ($\chi^2(91) = 3213,284$ y $p < 0,001$) significativa.

A la vista de estos resultados, y con la finalidad de afianzar los mismos, se procedió a ejecutar un AFE (véase cuadro 1) con el programa Factor (V.10) mediante un método de extracción de mínimos cuadrados no ponderados con una rotación Promin y el procedimiento de Hull para determinar el número de dimensiones (Lorenzo-Seva *et al.*, 2011), donde los estadísticos que aprueban esta distribución bidimensional son, como señalan Freiberg Hoffmann *et al.* (2013), para un intervalo de confianza en todos ellos del 95 %, los siguientes:

- Índice de ajuste comparativo (CFI = 0,995).
- Criterio bayesiano de Schwarz (BIC = 344,793).
- Índice de bondad de ajuste (GFI = 0,996).
- Índice de bondad de ajuste ajustado (AGFI = 0,994).
- Índice de bondad de ajuste sin valores diagonales (GFI = 0,995).

Cuadro 1. Cargas factoriales de los ítems

	Ítem	Carga
Dimensión 1. Conocimiento tecnopedagógico	1. Conozco las implicaciones de seguridad, privacidad, sociales, éticas y morales del uso de tecnología de realidad mixta.	0,838
	2. Conozco el soporte tecnológico necesario para el uso de la realidad mixta en el entorno educativo.	0,791
	3. Conozco los portales de realidad mixta.	0,764
	4. Conozco la terminología específica del entorno de realidad mixta.	0,757
	5. Estoy familiarizado con la variedad de aplicaciones y programas que hay para crear espacios virtuales en realidad mixta.	0,752
	6. Conozco las características del ordenador que se necesitan para el uso de la realidad mixta.	0,735
	7. Soy capaz de promover el aprendizaje mediante el uso de la realidad mixta.	0,732
	8. Sé crear espacios virtuales para utilizar en la/s materia/s que imparto.	0,684
Dimensión 2. Conocimiento técnico	9. Sé utilizar los dispositivos inmersivos (gafas/cascos) para el uso de la realidad mixta (<i>headset</i>).	0,843
	10. Sé utilizar los controladores de movimiento para el uso de la realidad mixta.	0,779
	11. Conozco los dispositivos inmersivos (gafas/cascos) necesarios para el uso de la realidad mixta.	0,774
	12. Conozco los dispositivos holográficos necesarios para el uso de la realidad mixta.	0,771
	13. Conozco los hologramas de realidad mixta.	0,703
	14. Conozco los dioramas de realidad mixta.	0,648

Fuente: elaboración propia.

Aplicada la prueba alfa de Cronbach, el cuestionario ha obtenido una puntuación de 0,958. Realizando el estudio se ha comprobado que el valor de alfa oscila entre 0,953 – 0,958, siendo muy alto (López-Roldán y Facheli, 2017). Asimismo, a partir de los resultados obtenidos en el AFE, se procedió a realizar de nuevo la prueba alfa de Cronbach a los dos factores resultantes, obteniendo unas puntuaciones de 0,939 y 0,927, respectivamente, confirmando la alta fiabilidad hallada anteriormente (López-Roldán y Facheli, 2017).

4. Resultados

4.1. Estudios descriptivos

El análisis inicial de los factores obtenidos nos indica que el profesorado se manifiesta como desconocedor, a nivel general, de la tecnología de realidad mixta y, en particular, en el aula de secundaria. Destaca el ítem referido a su visión sobre su capacidad para promover el aprendizaje mediante su empleo, para lo cual expresan una postura de indiferencia.

Como se puede comprobar en el cuadro 2, en general, los docentes participantes en este estudio tienen un conocimiento de la realidad mixta escaso, por lo que podemos inferir *a priori* que es conveniente el desarrollo de estrategias de formación para poder implementarlas en sus aulas *a posteriori* (Marín y Vega, 2022).

Cuadro 2. Estudio descriptivo

Ítem	Media	Desviación típica	Asimetría		Curtosis	
			Estadístico	Desviación error	Estadístico	Desviación error
1	2,50	1,226	0,329	0,155	- 1,060	0,309
2	2,42	1,227	0,391	0,155	- 1,065	0,309
3	1,94	1,054	0,975	0,155	0,070	0,309
4	2,06	1,153	0,916	0,155	- 0,144	0,309
5	2,30	1,203	0,540	0,155	- 0,874	0,309
6	1,77	0,989	1,326	0,155	1,253	0,309



Ítem	Media	Desviación típica	Asimetría		Curtosis	
			Estadístico	Desviación error	Estadístico	Desviación error
7	1,91	1,065	1,045	0,155	0,228	0,309
8	2,62	1,392	0,293	0,155	- 1,281	0,309
9	2,65	1,220	0,124	0,155	- 1,076	0,309
10	2,00	1,108	0,958	0,155	0,020	0,309
11	2,25	1,162	0,652	0,155	- 0,533	0,309
12	2,50	1,226	0,329	0,155	- 1,060	0,309
13	2,71	1,251	0,090	0,155	- 1,211	0,309
14	1,98	1,076	0,928	0,155	- 0,033	0,309

Fuente: elaboración propia.

4.2. Estudio inferencial

4.2.1. T-Student

Tomando como variable de análisis el género, se han encontrado diferencias significativas en cuatro de los 14 ítems (véase cuadro 3).

Cuadro 3. Diferencias por género

	Ítem	Variable	Media	Desviación típica	T-Student	P (significación bilateral)
Dimensión 1	3	Hombre	2,46	1,253	2,273	0,012
		Mujer	2,20	1,168		

	Ítem	Variable	Media	Desviación típica	T-Student	P (significación bilateral)
Dimensión 1 (cont.)	6	Hombre	2,30	1,270	2,528	0,006
		Mujer	1,90	1,049		
Dimensión 2	12	Hombre	2,28	1,156	1,946	0,027
		Mujer	1,99	1,044		
	14	Hombre	1,89	1,148	1,576	0,050
		Mujer	1,67	0,861		

Fuente: elaboración propia.

Como podemos ver, la hipótesis planteada debe rechazarse, dado que el análisis indica que son los hombres los que poseen un mayor conocimiento de la realidad mixta. En concreto, este gira en torno al «conocimiento de los portales de realidad mixta» y al «conocimiento de las características del ordenador que se necesitan para el uso de la realidad mixta» (dimensión 1) y al «conocimiento de los dispositivos holográficos necesarios para el uso de la realidad mixta» y al «conocimiento de los dioramas de realidad mixta» (dimensión 2). En el resto de los ítems de las dos dimensiones no se han encontrado diferencias significativas en lo que respecta al género de los participantes en el estudio, por lo que hay que rechazar la hipótesis planteada, parcialmente.

4.2.2. ANOVA de un factor

Con el objetivo de determinar si la edad establecía diferencias significativas en el conocimiento que los docentes de educación secundaria tienen de la realidad mixta, se procedió a realizar un análisis de varianza, en concreto, ANOVA de un factor. Los resultados hallados que atienden a la edad muestran que en la dimensión 1 solo hay diferencias significativas en el ítem 8 [$F(3/246) = T = 3,421; p = 0,018$], donde los profesores de 41-50 años se manifiestan capacitados para crear espacios virtuales para utilizar en la/s materia/s que imparten frente a los de 25-30 años [$t(246) = 3,421; p = 0,035; \eta^2 = 0,002$]. Con respecto a la segunda dimensión, no se han encontrado diferencias atendiendo a la variable edad.

Asimismo, se realizaron análisis de varianza ANOVA para comprobar la existencia de diferencias en el conocimiento docente de la realidad mixta en función de la asignatura o

asignaturas que se imparten. En este caso, en ambas dimensiones, la prueba ha indicado diferencias significativas en varios ítems.

En la dimensión 1 el profesorado que imparte la asignatura de Matemáticas se muestra más conocedor de las implicaciones de seguridad, privacidad, sociales, éticas y morales con relación al uso de la tecnología de realidad mixta [$F(3/245) = T = 3,726; p = 0,005$]; y los de Geología [$F(3/245) = T = 3,792; p = 0,017$] frente a los que imparten Música [$t(245) = 2,795; p = 0,001; \eta^2 = 0,156$]. También los profesores de Matemáticas manifiestan conocer más que los docentes de Inglés [$F(3/245) = T = 4,369; p = 0,002$] y que los de Música [$F(3/245) = T = 3,959; p = 0,009$] el soporte tecnológico necesario para el uso de la realidad mixta en el entorno educativo [$t(245) = 3,130; p = 0,000; \eta^2 = 0,175$].

En lo que se refiere al conocimiento de los portales de realidad mixta [$t(245) = 4,077; p = 0,000; \eta^2 = 0,228$], encontramos que dicho conocimiento es mayor en los docentes de Matemáticas, Inglés [$F(3/245) = T = 5,531; p = 0,000$], Física y Química [$F(3/245) = T = 3,682; p = 0,005$] y Música [$F(3/245) = T = 4,086; p = 0,005$] que en los que imparten Geología [$F(3/245) = T = 3,779; p = 0,018$].

Con respecto al conocimiento de la terminología específica del entorno de realidad mixta [$t(245) = 3,421; p = 0,000; \eta^2 = 0,190$], este es mayor en el profesorado de Matemáticas que en los docentes de Inglés [$F(3/245) = T = 4,391; p = 0,002$] y en los de Música [$F(3/245) = T = 2,120; p = 0,007$].

Los docentes de la asignatura de Matemáticas se encuentran más familiarizados con la variedad de aplicaciones y programas que hay para crear espacios virtuales en realidad mixta [$t(245) = 3,471; p = 0,000; \eta^2 = 1,951$] que sus colegas de las materias de Inglés [$F(3/245) = T = 4,549; p = 0,001$] y Música [$F(3/245) = T = 3,838; p = 0,001$].

Por último, en lo que respecta a la dimensión 1, los profesores de Geología consideran que saben crear espacios virtuales para utilizar en la/s materia/s que imparten [$F(3/245) = T = 3,529; p = 0,045$] en mayor medida de lo que reconocieron los docentes que imparten la asignatura de Música [$t(245) = 2,464; p = 0,004; \eta^2 = 0,138$].

En la dimensión 2 los docentes que imparten la materia de Matemáticas consideran saber utilizar más los controladores de movimiento que se emplean en el entorno de la realidad mixta [$t(245) = 2,784; p = 0,001; \eta^2 = 0,156$] que sus compañeros de Inglés [$F(3/245) = T = 4,220; p = 0,003$] y que los de Música [$F(3/245) = T = 3,622; p = 0,032$]. También, los profesores de Matemáticas manifiestan conocer más los dispositivos holográficos [$t(245) = 2,162; p = 0,012; \eta^2 = 0,118$], los hologramas [$t(245) = 2,868; p = 0,001; \eta^2 = 0,160$] y los dioramas [$t(245) = 3,273; p = 0,000; \eta^2 = 0,183$] que los docentes de Música [$F(3/245) = T = 3,613; p = 0,034$] y los de Inglés [$F(3/245) = T = 4,004; p = 0,007$]; y en el caso de estos últimos, los conocen menos que los que imparten Geología [$F(3/245) = T = 4,128; p = 0,005$].

4.3. Estudio correlacional

Considerando los dos factores establecidos por el AFE realizado, se comprueba, mediante la correlación de Pearson, que en la dimensión 1 (véase cuadro 4) hay una correlación positiva de moderada a fuerte (0,503 a 0,813) a un nivel de significación de 0,01. Destaca la fuerte correlación que existe entre los ítems 2 –«Conozco el soporte tecnológico necesario para el uso de la realidad mixta en el entorno educativo»– y 5 –«Estoy familiarizado con la variedad de aplicaciones y programas que hay para crear espacios virtuales en realidad mixta»– (0,813) y los ítems 3 –«Conozco los portales de realidad mixta»– y 6 –«Conozco las características del ordenador que se necesitan para el uso de la realidad mixta»– (0,813).

Cuadro 4. Correlación factor 1

		1	2	3	4	5	6	7	8
1	R	1							
	P								
2	R	0,635**	1						
	P	0,000							
3	R	0,674**	0,698**	1					
	P	0,000	0,000						
4	R	0,683**	0,637**	0,745**	1				
	P	0,000	0,000	0,000					
5	R	0,593**	0,813**	0,655**	0,634**	1			
	P	0,000	0,000	0,000	0,000				
6	R	0,745**	0,633**	0,813**	0,706**	0,561**	1		
	P	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			
7	R	0,684**	0,593**	0,617**	0,611**	0,560**	0,643**	1	
	P	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
8	R	0,551**	0,667**	0,598**	0,572**	0,612**	0,525**	0,503**	1
	P	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

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

Fuente: elaboración propia.

De la misma forma, se observa (véase cuadro 5) una correlación positiva moderada fuerte entre los ítems de la dimensión 2, con un nivel de significación de 0,1, a excepción del ítem 11 –«Conozco los dispositivos inmersivos necesarios para el uso de la realidad mixta»– con el 14 –«Conozco los dioramas de la realidad mixta»–, en el que la correlación es positiva débil (0,44). Destaca la alta correlación entre los ítems 9 –«Sé utilizar los dispositivos inmersivos para el uso de la realidad mixta»– y 10 –«Sé utilizar los controladores de movimiento para el uso de la realidad mixta»– (0,78); 10 –«Sé utilizar los controladores de movimiento para el uso de la realidad mixta»– y 13 –«Conozco los hologramas de la realidad mixta»– (0,76); 10 –«Sé utilizar los controladores de movimiento para el uso de la realidad mixta»– y 14 –«Conozco los dioramas de realidad mixta»– (0,76); y entre los ítems 13 –«Conozco los hologramas de realidad mixta»– y 14 –«Conozco los dioramas de realidad mixta»– (0,84).

En este estudio de investigación destaca la fuerte correlación que existe entre los ítems 2 y 5 (0,813) y los ítems 3 y 6 (0,813)

Cuadro 5. Correlación factor 2

		9	10	11	12	13	14
9	R	1					
	P						
10	R	0,788**	1				
	P	0,000					
11	R	0,699**	0,590**	1			
	P	0,000	0,000				
12	R	0,700**	0,710**	0,651**	1		
	P	0,000	0,000	0,000			
13	R	0,740**	0,764**	0,564**	0,757**	1	
	P	0,000	0,000	0,000	0,000		
14	R	0,653**	0,764**	0,444**	0,672**	0,842**	1
	P	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

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

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, si correlacionamos la dimensión 1 con la dimensión 2 (véase cuadro 6), observamos que es positiva fuerte (0,83) a un nivel de significación de 0,1 (Pérez Juste *et al.*, 2009).

Cuadro 6. Correlación entre los factores 1 y 2

		Factor 1	Factor 2
Factor 1	Correlación de Pearson	1	0,837**
	Sig. (bilateral)		< 0,001
	N (muestra)	247	247
Factor 2	Correlación de Pearson	0,837**	1
	Sig. (bilateral)	< 0,001	
	N (muestra)	247	247

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

Fuente: elaboración propia.

4.4. Estudio lineal

Se ha procedido a efectuar un análisis de regresión lineal múltiple, considerando tanto las dimensiones como las variables independientes, para averiguar cómo se relacionan y explican las dos dimensiones arrojadas en este estudio por el AFE. En primer lugar, como se puede ver en el cuadro 7, se estudió la dimensión 2 como dependiente y la dimensión 1 como predictora mediante una regresión lineal múltiple por el procedimiento de pasos sucesivos [$F(1,85) = 192,368; p < 0,001$], dado un nivel de determinación corregido de $R^2 = 0,690$ y un valor de Durbin-Watson de 1,9 (dado que el valor es superior a 1,5, se puede admitir como aceptable el modelo al cumplir la independencia de los residuos [Gil Pascual, 2015]), en la que también se introdujo, aunque fueron eliminadas por el programa estadístico, las variables género, edad, materias impartidas y años de experiencia. Comprobamos, pues, que la dimensión 1 es significativa con valores $t = 13,870$ y $p < 0,001$.

Se puede admitir como aceptable el modelo al cumplir la independencia de los residuos (Gil Pascual, 2015), en la que también se introdujo, aunque fueron eliminadas por el programa estadístico, las variables género, edad, materias impartidas y años de experiencia

Cuadro 7. Regresión lineal múltiple para la dimensión 2

	Constante ^b	Dimensión 1 ^b
B	0,462	0,620
Error típico	1,064	0,045
Beta		0,833
T-Student	0,434	13,870
Significación	0,665	0,000
Orden cero		0,833
Parcial R		0,833
Semiparcial R		0,833
Tolerancia		1
Factor de inflación de la varianza (FIV)		1

Nota. Variable dependiente: dimensión 2; b (predictoras: constante y dimensión 1); nivel de significación $p = 0,05$.

Fuente: elaboración propia.

Por tanto, el modelo más estable para explicar la dimensión 2 en función de la dimensión 1 es $\text{Dimensión 2} = 0,5 + 0,62 \text{ Dimensión 1}$, donde el valor de FIV (véase cuadro 8) indica la no multicolinealidad de la regresión, aspecto que es de prever cuando el modelo solo ha asumido una variable predictora de las cinco introducidas inicialmente (Vilà Baños *et al.*, 2019).

En segundo lugar, para probar la estabilidad de este modelo se ejecutó una regresión lineal con un procedimiento de pasos sucesivos, con las variables de selección género, edad, materias impartidas y años de experiencia. Dado que estas fueron excluidas del mismo –en cuanto a las dos últimas–, no se podía establecer ningún modelo. Para ello se muestran los resultados arrojados para las primeras, los cuales se exponen a continuación.

Como se observa para los hombres (véase cuadro 8), el modelo explicativo de la dimensión 2 no varía en función de las variables que entran en juego en el mismo respecto al general [$F(1,96) = 166,022$; $p < 0,001$], dado un nivel de determinación corregido de $R^2 = 0,630$ y un valor de Durbin-Watson de 1,7, valor que establece la interdependencia de los residuos al ser superior a 1.5 (Gil Pascual, 2015). Siendo la ecuación $\text{Dimensión 2} = 1,9 + 0,58 \text{ Dimensión 1}$, donde para esta última variable que interviene $t = 12,885$ y $p < 0,001$.

Para las mujeres (véase cuadro 8), la ecuación del modelo es Dimensión 2 = 1,3 + 0,62 Dimensión 1; es decir, que el modelo tampoco varía del general [$F(1,145) = 442,890$; $p < 0,001$], dado un nivel de determinación corregido de $R^2 = 0,752$ y un valor de Durbin-Watson de 1,9, siendo la única variable que interviene la dimensión 1 ($t = 21,045$; $p < 0,001$).

Cuadro 8. Regresión lineal múltiple para la dimensión 2 (género)

	Hombres ^c		Mujeres ^c	
	Constante ^b	Dimensión 1 ^b	Constante ^b	Dimensión 1 ^b
B	1,887	0,583	1,251	0,624
Error típico	0,977	0,045	0,565	0,030
Beta		0,796		0,868
T-Student	1,932	12,885	2,214	21,045
Significación	0,056	0,000	0,028	0,000
Orden cero		0,796		0,868
Parcial R		0,796		0,868
Semiparcial R		0,796		0,868
Tolerancia		1		1
Factor de inflación de la varianza (FIV)		1		1

Nota. Variable dependiente: dimensión 2; b (predictoras: constante y dimensión 1); c (variable de selección género); nivel de significación $p = 0,05$.

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, con relación a la edad, utilizada como variable de selección debido a que ha sido eliminada como variable predictora en el modelo general que explica la dimensión 2 en función de la dimensión 1 (véase cuadro 9), observamos que para los docentes más jóvenes no se produce ninguna variación en su conocimiento en función de las variables que entran en juego en el mismo respecto al general [$F(1,145) = 501,439$; $p < 0,001$], dado un nivel de determinación corregido de $R^2 = 0,774$ y un valor de Durbin-Watson de 2,2, valor que establece la interdependencia de los residuos al ser superior a 1,5 (Gil Pascual, 2015);

siendo la ecuación Dimensión 2 = 1,2 + 0,66 Dimensión 1, donde para esta última variable que interviene $t = 22,393$ y $p < 0,001$. De la misma forma ocurre para los docentes de 31-40 años, donde la ecuación es Dimensión 2 = 2 + 0,56 Dimensión 1 [$F(1,50) = 93,701$; $p < 0,001$], dado un nivel de determinación corregido de $R^2 = 0,645$ y un valor de Durbin-Watson de 1,8; siendo la única variable que interviene en el modelo de la dimensión 1 ($t = 9,680$; $p < 0,001$). Para los docentes de 41-50 años, el modelo también se acerca al general, siendo la ecuación Dimensión 2 = 0,04 + 0,61 Dimensión [$F(1,28) = 59,370$; $p < 0,001$], dado un nivel de determinación corregido de $R^2 = 0,668$ y un valor de Durbin-Watson de 2,2; siendo la única variable que interviene la dimensión 1 ($t = 7,705$; $p < 0,001$). Finalmente, en los docentes de más de 50 años, el modelo explicativo de la dimensión 2 no varía en función de las variables que entran en juego en el mismo respecto al general [$F(1,16) = 23,805$; $p < 0,001$], dado un nivel de determinación corregido de $R^2 = 0,573$ y un valor de Durbin-Watson de 1,5; siendo la única variable que interviene la dimensión 1 ($t = 4,879$; $p < 0,001$) y siendo la ecuación Dimensión 2 = 1,6 + 0,57 Dimensión 1.

Cuadro 9. Regresión lineal múltiple para la dimensión 2 (edad)

	25-30 años ^c		31-40 años ^c		41-50 años ^c		Más de 51 años ^c	
	C ^b	D 1 ^b	C ^b	D 1 ^b	C ^b	D 1 ^b	C ^b	D 1 ^b
B	1,175	0,655	2,040	0,557	0,039	0,609	1,565	0,566
Error típico	0,555	0,029	1,253	0,058	1,770	0,079	2,345	0,116
Beta		0,881		0,807		0,824		0,773
T-Student	2,118	22,393	1,628	9,680	0,022	7,705	0,667	0,514
Significación	0,036	0,000	0,110	0,000	0,983	0,000	4,879	0,000
Orden cero		0,881		0,807		0,824		0,773
Parcial R		0,881		0,807		0,824		0,773
Semiparcial R		0,881		0,807		0,824		0,733
Tolerancia		1		1		1		1
Factor de inflación de la varianza (FIV)		1		1		1		1

Nota. Variable dependiente: dimensión 2; b (predictoras: constante [C] y dimensión [D] 1); c (variable de selección edad); nivel de significación $p = 0,05$.

Fuente: elaboración propia.

5. Discusión

Avanzar en la mejora del proceso formativo conlleva hoy en día el empleo de diversos recursos digitales que hagan el proceso de capacitación más atractivo para el alumnado. En este sentido, la realidad mixta se ha posicionado como una herramienta que acerca la realidad al día a día del estudiante en el aula (Marín-Díaz, Sampedro-Requena y Vega, 2022). Sin embargo, su uso, en primer lugar, viene supeditado al conocimiento que los docentes tengan de ella. En este sentido, el profesorado de secundaria que ha participado en este estudio ha indicado que desconocía esta tecnología, en general, en línea con los datos aportados por Palomo Beltrán (2020). Concretamente, los hombres tienen un conocimiento mayor que las mujeres en lo que se refiere a la realidad mixta, lo que ha llevado a que la «H1. Las mujeres tienen un mayor conocimiento de la realidad mixta» sea rechazada. Según los datos obtenidos en este estudio, los hombres indican conocer los portales de realidad mixta, así como las características del ordenador que se necesitan para ponerla en marcha. También señalan que conocen qué son los dispositivos holográficos y los dioramas de realidad mixta, a diferencia de los resultados de Guadamuz-Villalobos (2021).

Al hilo de lo anterior, y atendiendo a la edad, comprobamos con cautela que hay que aceptar la «H2. Los docentes de más edad tienen un mayor conocimiento de la realidad mixta», pues los profesores de más de 40 años manifestaron que sabían crear más espacios virtuales para utilizar en las materias que imparten que los docentes más jóvenes (25-30), en línea con los resultados alcanzados por Marín-Díaz, Sampedro y Figueroa (2022).

Por consiguiente, y tratando de dar respuesta al «O1. Conocer si las variables sociodemográficas y de experiencia docente presentan diferencias significativas en el conocimiento tecnológico del profesorado de educación secundaria», comprobamos que las variables estudiadas (género, edad y materia impartida) señalan pequeñas diferencias que podrían indicar una vía de estudio, ampliando la muestra, de modo que se puedan corroborar estos datos y los de otros trabajos (Marín-Díaz, Sampedro y Figueroa, 2022; Marín-Díaz, Sampedro-Requena y Vega-Gea, 2022).

Atendiendo a las macroáreas de trabajo, y más concretamente a las materias que imparten los profesores participantes, los resultados alcanzados señalan que los docentes que enseñan Matemáticas tienen un conocimiento mayor en algunos aspectos que los docentes que imparten las demás especialidades. En concreto, manifestaron tener un mayor conocimiento de las implicaciones de seguridad, privacidad, sociales, éticas y morales del uso de la tecnología de realidad mixta. Asimismo, afirmaron conocer mejor el soporte tecnológico, los

Comprobamos que las variables estudiadas (género, edad y materia impartida) señalan pequeñas diferencias que podrían indicar una vía de estudio, ampliando la muestra, de modo que se puedan corroborar estos datos y los de otros trabajos

portales y la terminología específica del entorno necesarios para el uso de la realidad mixta (conocimiento tecnopedagógico [dimensión 1]). Igualmente, los docentes de Matemáticas presentaron también un mayor conocimiento que los de otras especialidades en ítems relacionados con la dimensión 2 (conocimiento más tecnificado de la realidad mixta). Específicamente, indicaron que sabían utilizar más los controladores de movimiento, los dispositivos holográficos, los hologramas y los dioramas que se emplean en el uso de la realidad mixta (Marín-Díaz, Sampedro-Requena y Vega-Gea, 2022). Por tanto, la «H3. La materia impartida no determina el conocimiento que tienen los docentes de la realidad mixta» debe ser rechazada.

Para finalizar, y centrando nuestra atención en la H5 y en el O3, podemos señalar que se produce un modelo explicativo en la dimensión 2 (conocimiento técnico) y que este se mantiene estable con variables como el género y la edad de los docentes que han sido encuestados

Con relación a la «H4. Existe relación entre el conocimiento tecnopedagógico y el conocimiento más técnico que tiene el profesorado de educación secundaria de esta tecnología (realidad mixta)», podemos aventurarnos a señalar que es latente, pues, como señalan Kumar *et al.* (2020), su empleo demanda una acción manipulativa nacida del conocimiento en general que se tenga de ella. Por tanto, se corrobora la afirmación de Bower *et al.* (2020) referida a la necesidad de dotar al profesorado no solo de formación, sino también de apoyarle técnicamente hablando, para, posteriormente, poder comprender la aplicación pedagógica de esta tecnología. En este sentido, y a raíz de los datos y de las respuestas dadas a las hipótesis vinculadas, se ha podido dar respuesta al «O2. Analizar la posible relación entre el conocimiento tecnopedagógico y el conocimiento más tecnificado de la realidad mixta que tiene el profesorado de ESO», dado que podemos indicar que los docentes que imparten determinadas materias, como Matemáticas o Inglés, muestran un conocimiento de la realidad mixta que podría estar vinculado en ambos casos a que las herramientas de realidad mixta se encuentran más desarrolladas (Ozcakir y Cakiroglu, 2021; Yang *et al.*, 2019).

Para finalizar, y centrando nuestra atención en la «H5. El modelo del conocimiento tecnológico de los profesores de educación secundaria sobre la realidad mixta se explica por un conocimiento más tecnificado en función del conocimiento tecnopedagógico» y en el «O3. Determinar la posible existencia de un modelo explicativo para el conocimiento tecnológico de la realidad mixta en los profesores de secundaria, tanto de carácter general como en función de variables sociodemográficas y experienciales de docencia, como el género, la edad, las materias impartidas y los años de experiencia», podemos señalar que se produce un modelo explicativo en la dimensión 2 (conocimiento técnico) y que este se mantiene estable con variables como el género y la edad de los docentes encuestados, siendo el mismo el coeficiente de regresión o pendiente (valor parámetro B), en el caso de las mujeres, y muy cercano entre los 25-30 años y los 41-50 años. Asimismo, las materias impartidas y los años de experiencia no intervienen en este modelo explicativo.

6. Conclusiones

En general, las conclusiones que se han obtenido con este estudio son las siguientes:

- Se diferencian dos dimensiones en relación con el conocimiento que los docentes de educación secundaria tienen sobre el uso de la realidad mixta en sus aulas. Una primera dimensión, relacionada con un conocimiento más tecnopedagógico de la realidad mixta, y una segunda, focalizada en un conocimiento más tecnificado del uso de la realidad mixta.
- El profesorado, en general, no tiene conocimientos suficientes de la realidad mixta como para relacionar los procesos de enseñanza con esta tecnología.
- Las mujeres no poseen mayores nociones de esta herramienta que los hombres, resultando que los hombres manifiestan un conocimiento tecnopedagógico de la realidad mixta superior al de las mujeres.
- Los profesores más jóvenes no tienen más conocimientos de la realidad mixta que los profesores de mayor edad.
- Existe una alta correlación entre el conocimiento tecnopedagógico y el conocimiento tecnificado que poseen los docentes de la realidad mixta (dimensiones del instrumento).
- Existe un modelo que explica la dimensión 2, el cual, atendiendo a los ítems que lo integran, puede caracterizarse como un conocimiento más tecnificado de la realidad mixta, en función de la dimensión 1, con una naturaleza más de conocimiento tecnopedagógico en esta tecnología.

7. Limitaciones

Consideramos que una de las virtudes de esta investigación radica en poner el acento en la voz de los docentes de enseñanza secundaria en lo que respecta al conocimiento tecnopedagógico y tecnificado de la realidad mixta para su aplicación en las aulas a través de la impartición de sus asignaturas. Sin embargo, ello no exime de la presencia de ciertas limitaciones en el proceso.

La puesta en marcha de trabajos de investigación dentro del ámbito educativo presenta, a nuestro juicio, un hándicap, que puede no permitir

Se diferencian dos dimensiones en relación con el conocimiento que los docentes de educación secundaria tienen sobre el uso de la realidad mixta en sus aulas. Una primera, relacionada con un conocimiento más tecnopedagógico de la realidad mixta, y una segunda, focalizada en un conocimiento más tecnificado del uso de la realidad mixta

la generalización de los hallazgos alcanzados. Nos estamos refiriendo al tamaño de la muestra. En general, el acceso a grandes grupos poblacionales en el ámbito de las ciencias sociales es un obstáculo, pero, a la vez, creemos que puede ser entendido como una ventaja inicial, dado que permite ir tomando el pulso a la circunstancia que se va a estudiar, de cara a la búsqueda y consecución de una posible estandarización de los resultados y de las acciones que se van a trabajar.

Una de las virtudes de esta investigación radica en poner el acento en la voz de los docentes de enseñanza secundaria respecto al conocimiento tecnopedagógico y tecnificado de la realidad mixta para su aplicación en las aulas a través de la impartición de sus asignaturas

Referencias bibliográficas

- Álvarez Sánchez, S., Delgado Martín, L., Gimeno González, M. Á., Martín García, T., Almaraz Menéndez, F. y Ruiz Méndez, C. (2017). El arenero educativo: la realidad aumentada un nuevo recurso para la enseñanza. *EDMETIC. Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 105-123. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5810>
- Araiza-Alba, P., Keane, T., Chen, W. S. y Kaufman, J. K. (2021). Immersive virtual reality as a tool to learn problem-solving skills. *Computer & Education*, 164, 10.421. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104121>
- Arancibia, M. L., Cabero, J. y Marín, V. (2020). Creencias sobre la enseñanza y uso de la tecnología en docentes de educación superior. *Formación Universitaria*, 13(3), 89-100. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000300089>
- Becker, S. A., Brown, M., Dahlstrom, E., Davis, A., DePaul, K., Díaz, V. y Pomerantz, J. (2018). *NMC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition*. EDUCAUSE.
- Bower, M., DeWitt, D. y Lai, J. W. M. (2020). Reasons associated with preservice teachers' intention to use immersive virtual reality in education. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2.215-2.233. <https://doi.org/10.1111/bjet.13009>
- Bursali, H. y Yilmaz, R. M. (2019). Effect of augmented reality applications on secondary school students' reading comprehension and learning permanency. *Computers in Human Behavior*, 95, 126-135. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.01.035>
- Cerecero Medina, I. E. (2018). Propuesta de un nuevo modelo: práctica reflexiva mediada. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 4(1), 44-53. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2018.v4i1.3595>
- Figueroa Flores, J. F., Huffman, L. y Rosa Dávila, E. (2021). Fusionando la realidad aumentada en la educación bilingüe y ESL: percepciones de futuros maestros. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 7(1), 51-60. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2021.v7i1.9823>
- Freiberg Hoffmann, A., Stover, J., Iglesia, G. de la y Fernández Liporace, M. (2013). Correlaciones policóricas y tetracóricas en estudios factoriales exploratorios y confirmatorios. *Ciencias Psicológicas*, 7(2), 151-164. http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-42212013000200005
- Fuentes, A., López, J. y Pozo, S. (2019). Análisis de la competencia digital docente: factor clave en el desempeño de pedagogías acti-

- vas con realidad aumentada. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 17(2), 27-42. <https://doi.org/10.15366/reice2019.17.2.002>
- Gil Pascual, J. A. (2015). *Metodología cuantitativa en educación*. UNED.
- Guadamuz-Villalobos, J. (2021). Uso de realidad aumentada en el diseño de recursos para la animación lectora. *Bibliotecas*, 39(1), 1-25. <https://doi.org/10.15359/rb.39-1.4>
- Huang, T. C. Chen, C. C. y Chou, Y. W. (2016). Animating eco-education: to see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment. *Computers & Education*, 96, 72-82. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.008>
- Kumar, R. P., Pelanis, E., Bugge, R., Brun, H., Palomar, R., Aghayan, D. L., Fretland, Å. A., Edwin, B. y Elle, O. J. (2020). Use of mixed reality for surgery planning: assessment and development workflow. *Journal of Biomedical Informatics*, 112S, 100.077. <https://doi.org/10.1016/j.yjbinx.2020.100077>
- López-Roldán, P. y Fachelli, S. (2016). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. UAB.
- Lorenzo-Seva, U., Timmerman, M. E. y Kiers, H. A. L. (2011). The Hull method for selecting the number of common factors. *Multivariate Behavioral Research*, 46, 340-364. <https://doi.org/10.1080/00273171.2011.564527>
- Marín, V. y López, A. B. (2022). Oportunidades de aprendizaje a través de las tecnologías emergentes: la realidad virtual y aumentada. En J. Marín, A. Boffo, M. Ramos Navas-Parejo y J. C. de la Cruz, *Retos de la investigación y la innovación en la sociedad del conocimiento* (pp. 315-324). Dykinson.
- Marín, V. y Vega, E. (2022). La formación del docente de enseñanza secundaria en torno a la realidad mixta en ámbitos inclusivos. En E. Sánchez-Rivas, E. Colomo-Magaña, J. Ruiz-Palmero y M. Gómez-García (Coords.), *La tecnología educativa como eje vertebrador de la innovación* (pp. 73-85). Octaedro.
- Marín-Díaz, V., Sampedro, B. y Figueroa, J. (2022). Augmented reality in the secondary education classroom: teachers' visions. *Contemporary Educational Technology*, 14(2), ep348. <https://doi.org/10.30935/cedtech/11523>
- Marín-Díaz, V., Sampedro-Requena, B. E. y Vega-Gea, E. (2022). Visiones del profesorado en torno a la realidad aumentada en la enseñanza secundaria. *Teknokultura. Revista de Cultura Digital y Movimientos Sociales*, 19(2), en prensa.
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 38-47. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>
- Mavrou, I. (2015). Análisis factorial exploratorio. Cuestiones conceptuales y metodológicas. *Revista Nebrija de Lingüística Aplicada a la Enseñanza de Lenguas*, 19, 71-80. <https://doi.org/10.26378/mlael019283>
- Morales Vallejo, P. (2011). *El análisis factorial en la construcción e interpretación de test, escalas y cuestionarios*. http://www.rubenjoserodriguez.com.ar/wp-content/uploads/2015/04/An%23U00e1lisis_Factorial_Test_-_y_Escalas_Pedro_Morales_Vallejo.pdf
- Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Mor. International Journal of Morgoly*, 35, 227-232. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

- Ozcakir, B. y Cakiroglu, E. (2021). An augmented reality learning toolkit for fostering spatial ability in mathematics lesson: design and development. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 9(4), 145-167. <https://doi.org/10.30935/sci-math/11204>
- Palomo Beltrán, C. (2020). Percepción y desplazamiento en el espacio híbrido con realidad mixta. *Academia XXII*, 11(21), 187-214. <http://dx.doi.org/10.22201/fa.2007252Xp.2020.21.76680>
- Papas, I. O., Giannakos, M. N. y Sampson, D. G. (2019). Fuzzy set analysis as a means to understand users of 21st-century learning systems: the case of mobile learning and reflections on learning analytics research. *Computers in Human Behaviours*, 92, 646-652. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.10.010>
- Pelletier, K., Brown, M., Brooks, D. C., McCormack, M., Reeves, J., Arbino, N., Bozkurt, A., Crawford, S., Czerniewicz, L., Gibson, R., Linder, K., Mason, J. y Mondelli, V. (2021). *2021 EDUCAUSE Horizon Report: Teaching and Learning Edition*. EDUCAUSE. <https://www.learntechlib.org/p/219489/>
- Pérez Juste, R., García Llamas, J. L., Gil Pascual, J. A. y Galán González, A. (2009). *Estadística aplicada a la educación*. Pearson Educación y UNED.
- Robles Haros, B. I., Fernández Nistal, M. T. y Vales García, J. J. (2016). Creencias de profesores universitarios sobre la enseñanza-aprendizaje de cursos B-Learning. Revisión bibliográfica. *EDMETIC. Revista de Educación Mediática y TIC*, 5(2), 94-116. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v5i2.5778>
- Somoano García, Y. y Menéndez Santurio, J. I. (2018). Percepciones de alumnado y profesorado sobre una intervención de mobile learning en Inglés como Lengua Extranjera. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 4(1), 79-87. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2018.v4i1.3024>
- Sonllewa Velasco, M., Torrego González, A. y Martínez Scott, S. (2017). «Es una locura vivir sin Facebook ni WhatsApp»: la huella tecnológica en el docente en formación. *EDMETIC. Revista de Educación Mediática y TIC* 6(2), 255-275. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i2.6935>
- Tang, Y., Au, K. y Leung, Y. (2018). Comprehending products with mixed reality: Geometric relationships and creativity. *International Journal of Engineering Business Management*, 10, 1-12. <https://doi.org/10.1177/1847979018809599>
- Vilà Baños, R., Torrado Fonseca, M. y Reguant Álvarez, M. (2019). Análisis de regresión lineal múltiple con SPSS: un ejemplo práctico. *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 12(2), 1-10. <http://doi.org/10.1344/reire2019.12.222704>
- Villalustre Martínez, L. (2020). Propuesta metodológica para la integración didáctica de la realidad aumentada en educación infantil. *EDMETIC. Revista de Educación Mediática y TIC*, 9(1), 170-187. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v9i1.11569>
- Yang, Y., Liu, Q., Wu, L., Xu, S., Yu, S. y Zhang, N. (2019). Design and development of mobile augmented reality for mathematical experiments. *International Symposium on Educational Technology* (pp.139-143). <https://doi.org/10.1109/SET.2019.00037>

Verónica Marín-Díaz. Directora del Departamento de Educación de la Universidad de Córdoba (España), editora jefe de la revista digital *EDMETIC* y líder del grupo de investigación Educación Mediática y TIC (EDMETIC-SEJ 623). Directora del máster propio de Tecnología Educativa de la Universidad de Córdoba. Ha sido miembro del Claustro de la Universidad de Córdoba y, actualmente, es miembro de la Junta de Centro de la Facultad de Ciencias de la Educación de la mencionada institución. Autora de numerosos artículos publicados en revistas nacionales e internacionales cuyas temáticas centrales giran en torno a la competencia digital del alumnado y del profesorado, así como a las tecnologías emergentes, la diversidad digital, la educación mediática y la gamificación. Ha publicado libros y capítulos de libros igualmente vinculados a las temáticas anteriormente señaladas en editoriales nacionales e internacionales. Evaluadora de la Agencia Andaluza de Evaluación. Actualmente, es miembro de la sociedad Innovagogía y de la Cátedra Acción Learning. <https://orcid.org/0000-0001-9836-2584>

Begoña Esther Sampedro-Requena. Secretaria de edición de la revista digital *EDMETIC* y miembro del grupo de investigación Educación Mediática y TIC (EDMETIC-SEJ 623). Sus líneas de investigación giran en torno a las tecnologías emergentes, tecnoadicciones y competencia digital en el alumnado y profesorado de las etapas de educación infantil y primaria, secundaria y universitaria. Autora de diversos trabajos científicos publicados en revistas nacionales e internacionales cuyas temáticas centrales giran en torno a las líneas de investigación mencionadas. Asimismo, ha publicado diferentes capítulos de libros relacionados con la formación y competencia digital del profesorado y del alumnado, y con las metodologías activas y las TIC, entre otros. Ha sido ponente internacional en varios congresos organizados en torno al tema de la tecnología educativa y la capacitación en esta. <https://orcid.org/0000-0002-5617-0135>

Esther María Vega-Gea. Coordinadora del grado de Educación Primaria de la Universidad de Córdoba (España). Profesora contratada doctora del Departamento de Educación en el área de Didáctica y Organización Escolar (DOE). Miembro del grupo de investigación Educación Mediática y TIC (EDMETIC-SEJ 623). Sus líneas de investigación giran en torno a las tecnologías emergentes y a la intervención educativa para prevenir conductas de riesgo en las redes, a las tecnoadicciones, a las TIC y género y a la competencia digital en el alumnado y profesorado de las etapas de educación primaria, secundaria y universitaria. Autora de diversos trabajos científicos publicados en revistas nacionales e internacionales cuyas temáticas centrales giran en torno a las líneas de investigación mencionadas. Asimismo, ha publicado diferentes capítulos de libros relacionados con la formación y competencia digital del profesorado y del alumnado, y con las metodologías activas y las TIC, entre otros. <https://orcid.org/0000-0002-6257-0805>

Julio Ruiz-Palmero. Profesor titular de la Universidad de Málaga (España) en el área de Didáctica y Organización Escolar. Director de la Cátedra Acción Learning de la citada institución. Actualmente, es miembro de la sociedad Innovagogía. Editor jefe de la revista *Innoeduca* y líder del grupo de investigación Innovación y Tecnología Educativa-Innoeduca. Autor de numerosos artículos publicados en revistas nacionales e internacionales cuyas temáticas centrales giran en torno a la competencia digital del alumnado y del profesorado, así como a las tecnologías emergentes, la diversidad digital, la educación mediática y la tecnoadicción. Ha publicado libros y capítulos de libros igualmente vinculados a las temáticas anteriormente señaladas en editoriales nacionales e internacionales. Ha sido ponente internacional en varios congresos organizados en torno al tema de la tecnología educativa y la capacitación en esta. <https://orcid.org/0000-0002-6958-0926>

Contribución de autores. V. M.-D., B. E. S.-R., E. M. V.-G. y J. R.-P. han participado a partes iguales en la elaboración de todos los apartados que constituyen este estudio de investigación.

Aceptación tecnológica del uso de la realidad aumentada por estudiantes del nivel secundario: una mirada a una clase de Química

Jeanette Chaljub Hasbún (autora de contacto)

Coordinadora de nivel del Grado Ciencias Básicas y Ambientales
del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (República Dominicana)
jeanette.chaljub@intec.edu.do | <https://orcid.org/0000-0001-6894-4719>

Juan Ramón Peguero García

Docente de la Escuela de Ingeniería y Tecnología de la Universidad
del Caribe (Santo Domingo, República Dominicana)
jpeguero@unicaribe.edu.do | <https://orcid.org/0000-0002-4177-0832>

Elvin José Mendoza Torres

Docente de la Escuela de Ingeniería y Tecnología de la Universidad
del Caribe (Santo Domingo, República Dominicana)
elvin.mendoza@unicaribe.edu.do | <https://orcid.org/0000-0001-5232-7409>

Extracto

La enseñanza de la Química, muchas veces, se torna automática y poco dinámica. Los conceptos químicos necesitan de procesos de pensamiento científico y pueden resultar abstractos para los estudiantes (hombres y mujeres). Por esto, es importante aplicar recursos educativos que promuevan la motivación e interacción con los mismos para los aprendizajes significativos. El objetivo principal de este estudio es analizar el grado de aceptación que se produce en los estudiantes hacia la tecnología de realidad aumentada. La muestra fue no probabilística intencional ($N = 100$) y estuvo compuesta por estudiantes de quinto grado del nivel secundario preuniversitario de la asignatura de Química en las ciudades de Santiago y Santo Domingo de la República Dominicana. El instrumento aplicado fue el modelo de aceptación de la tecnología (*technology acceptance model* [TAM]), creado por Davis en 1989. Los resultados obtenidos reflejan un elevado grado de aceptación de la tecnología de realidad aumentada por parte de los estudiantes participantes para conocer la distribución electrónica de los elementos de la tabla periódica. Asimismo, los estudiantes consideran que su uso es útil y muy divertido. En síntesis, la tecnología de realidad aumentada potencia la comprensión de conceptos de Química, ayuda a dinamizar las clases y facilita la enseñanza de temas abstractos a través del disfrute en la interacción con el objeto enriquecido en formato realidad aumentada.

Palabras clave: aprendizaje inmersivo; facilidad de uso percibida; modelo de aceptación de la tecnología (*technology acceptance model* [TAM]); pensamiento creativo; realidad aumentada; utilidad percibida.

Recibido: 05-02-2022 | Aceptado: 02-06-2022 | Publicado: 07-09-2022

Cómo citar: Chaljub Hasbún, J., Peguero García, J. R. y Mendoza Torres, E. J. (2022). Aceptación tecnológica del uso de la realidad aumentada por estudiantes del nivel secundario: una mirada a una clase de Química. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 49-68. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.864>



Technological acceptance of the use of augmented reality by high school students: a look at a Chemistry class

Jeanette Chaljub Hasbún (corresponding author)

Coordinadora de nivel del Grado Ciencias Básicas y Ambientales del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (República Dominicana)
jeanette.chaljub@intec.edu.do | <https://orcid.org/0000-0001-6894-4719>

Juan Ramón Peguero García

Docente de la Escuela de Ingeniería y Tecnología de la Universidad del Caribe (Santo Domingo, República Dominicana)
jpeguero@unicaribe.edu.do | <https://orcid.org/0000-0002-4177-0832>

Elvin José Mendoza Torres

Docente de la Escuela de Ingeniería y Tecnología de la Universidad del Caribe (Santo Domingo, República Dominicana)
elvin.mendoza@unicaribe.edu.do | <https://orcid.org/0000-0001-5232-7409>

Abstract

The teaching of Chemistry often becomes automatic and not very dynamic. Chemical concepts require scientific thought processes, being abstract for students (men and women). Therefore, it is important to apply educational resources that promote motivation and interaction with them for meaningful learning. The main objective of this study is to analyze the degree of students' acceptance towards augmented reality technology. The sample was intentional non-probabilistic ($N = 100$), composed of students of the fifth grade of the pre-university secondary level, in the subject of Chemistry, from the cities of Santiago and Santo Domingo in the Dominican Republic. The instrument applied was the technology acceptance model (TAM), created by Davis in 1989. The results obtained reflect a high degree of acceptance of the augmented reality technology by the participating students to learn about the electronic distribution of the elements of the periodic table. Likewise, the students consider that it is useful and very user-friendly. In summary, augmented reality technology enhances the understanding of chemistry concepts, helps to make classes more dynamic and facilitates the teaching of abstract concepts in a chemistry class, through the enjoyment of interacting with the enriched object in augmented reality format.

Keywords: creative thinking; immersive learning; perceived ease of use; technology acceptance model (TAM); augmented reality; perceived usefulness.

Received: 05-02-2022 | Accepted: 02-06-2022 | Published: 07-09-2022

Citation: Chaljub Hasbún, J., Peguero García, J. R. and Mendoza Torres, E. J. (2022). Technological acceptance of the use of augmented reality by high school students: a look at a Chemistry class. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 49-68. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.864>



Sumario

1. Introducción
 - 1.1. Generalidades de la realidad aumentada en educación
 - 1.2. Modelo TAM
 2. Objetivo
 - 2.1. Objetivo principal
 3. Método
 - 3.1. Objetos de aprendizaje producidos en formato realidad aumentada
 - 3.2. Descripción del instrumento de recogida de información
 - 3.3. Muestra
 4. Resultados
 5. Discusión
 6. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

Nota: este estudio se enmarca dentro de un proyecto de investigación y desarrollo, denominado «Diseño, producción y evaluación de objetos de aprendizaje en soporte realidad aumentada para la enseñanza de la Química» (DIPRORAQUJ), que ha sido financiado por el Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología de la República Dominicana a través del Fondo Nacional de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDOCYT-2018-2019-1B5-005). Por otra parte, los autores del artículo declaran que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este estudio 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. Generalidades de la realidad aumentada en educación

La realidad aumentada se basa en la combinación del entorno físico con el mundo digital en tiempo real a través de dispositivos móviles, como tabletas y teléfonos inteligentes, y esta conjunción de tecnología ha potenciado una gran variedad de posibilidades para enriquecer una nueva dimensión de la realidad. Lo anterior ha tenido un gran impacto en varias esferas de la vida, especialmente, en el ámbito de la educación, donde se han producido experiencias de aprendizaje enriquecidas con un alto componente interactivo, tanto en los contenidos como entre los propios discentes (Cabero Almenara, 2017; Sánchez-Zafra *et al.*, 2019). Las investigaciones relativas al impacto de la implementación de la realidad aumentada en los aprendizajes se han ido incrementando en los últimos años, puesto que esta tecnología va ganando terreno, ya que capta la atención de los estudiantes, dentro y fuera de clase, además de promover y agilizar la comprensión de los conceptos (Basogain *et al.*, 2007; Díaz-Campos, 2016). Además, esto conlleva aparejado que los estudiantes muestren un alto grado de motivación a la hora de aprender con objetos enriquecidos en formato realidad aumentada, lo que puede facilitar los procesos y mejorar el rendimiento académico (Bicen y Bal, 2016; Cózar Gutiérrez *et al.*, 2015; López-Cortés *et al.*, 2021; Rodríguez Malebrán *et al.*, 2020). Atendiendo a lo expuesto, Cabero Almenara y García Jiménez (2016) mencionan las siguientes características de la realidad aumentada:

- El resultado es una realidad mixta.
- Acontece en tiempo real.
- Es propicia para el uso de información digital en distintos formatos.
- Es interactiva.
- Ofrece la posibilidad de enriquecer o alterar la información física.

Regueiro (2021) hace referencia a otras ventajas de la realidad aumentada en educación, tales como el aprendizaje significativo, emocional, digital, visual, interactivo y cooperativo, y, además, es una tecnología más económica. En este sentido, Rivas *et al.* (2021) destacan que las aplicaciones de realidad aumentada utilizadas o creadas «permiten a los alumnos mejorar habilidades espaciales y auditivas, manipular y explorar contenidos textuales (libros/cuentos) que despiertan la curiosidad y el interés, por la percepción de magia y por ser más

atractivos que los textos convencionales» (p. 66). Diversas investigaciones sostienen que la realidad aumentada incrementa la motivación de los estudiantes, que su compromiso por aprender se evidencia al realizar actividades inmersivas a través de entornos colaborativos y dinámicos y que fomenta el desarrollo del pensamiento crítico (Chang y Hwang, 2018; Díaz *et al.*, 2015; Llerena *et al.*, 2019; Pejoska-Laajola *et al.*, 2017; Ponce *et al.*, 2014; Toca Torres y Carrillo Rodríguez, 2019). En este sentido, se ha de repensar «el rol de la tecnología en el proceso enseñanza-aprendizaje, pasando de una moda que se ha permeado inevitablemente del contexto social y cultural, a una herramienta que apoya el currículo mediante la creación de experiencias de aprendizaje vivenciales» (Mejía Mejía *et al.*, 2019, p. 144). Tal es el caso de la comprensión del concepto de «distribución electrónica» y la ubicación de los elementos en la tabla periódica, de acuerdo con sus características. Los estudiantes tienen la posibilidad de observar el objeto enriquecido, o, como se le conoce más comúnmente, el «marcador», a través del formato realidad aumentada desde distintas perspectivas y complementar esta actividad de observación con actividades didácticas en las que deben primar los objetivos pedagógicos por encima de la novedad de la tecnología (Cabero-Almenara *et al.*, 2019). Es decir, el objetivo es que los estudiantes sean los protagonistas de su propio aprendizaje, y esto se puede lograr debido a que los objetos en realidad aumentada promueven el cambio de rol en los estudiantes: pasan de ser consumidores a prosumidores de la información (Marín-Díaz *et al.*, 2018), lo que desarrolla clases dinámicas e interactivas.

De lo anterior, se puede deducir que la motivación de los estudiantes aumenta cuando interactúan con objetos en formato realidad aumentada y que existe una relación significativa entre esta motivación y el desempeño (Cabero-Almenara *et al.*, 2019).

1.2. Modelo TAM

El proceso de implementación de este tipo de tecnología, como es el caso de la realidad aumentada, requiere evaluar el nivel de adopción por parte de los estudiantes. Para esto, es importante analizar los diversos factores que inciden en la aceptación de la misma. De acuerdo con Davis (1989), quien desarrolló el modelo TAM, la actitud o predisposición del uso de tecnología está determinada por dos variables o supuestos básicos:

- **Utilidad percibida (UP).** Grado en que el usuario percibe que el uso de la herramienta aumentaría su desempeño en una tarea.
- **Facilidad de uso percibida (FUP).** Cómo espera el usuario que la utilización de la herramienta no implique ningún esfuerzo.

En sintonía con estas ideas, el modelo TAM se enfoca en explicar y predecir el uso de los sistemas de información de los usuarios finales (Davis, 1989) y se fundamenta en dos teorías. Por un lado, se encuentra la teoría de la acción razonada (TAR), que está basa-

da en una serie de constructos relacionados con la actitud positiva, como son creencias y evaluaciones de la actitud hacia el comportamiento y creencias, normativas y motivación con el fin de predecir la intención de realizar ese comportamiento (Fishbein y Ajzen, 1975). Por otro lado, está la teoría del comportamiento planificado (TCP), que añade dos tipos de creencias más, las cuales fomentan la capacidad predictiva: las creencias de control y facilidad percibida y el control de comportamiento percibido (Ajzen, 1991), ya que «en este momento descubren que el comportamiento no es totalmente voluntario y bajo control» (Fernández Robles, 2017a, p. 66).

2. Objetivo

2.1. Objetivo principal

El objetivo principal es analizar el nivel de aceptación que se produce hacia la tecnología de realidad aumentada en los estudiantes del quinto grado del nivel secundario.

3. Método

Este estudio es de tipo cuantitativo y se llevó a cabo un diseño preexperimental con objetos de aprendizaje en formato realidad aumentada para los elementos de la tabla periódica. Tiene un alcance correlacional y de corte transeccional. Fue desarrollado durante agosto-septiembre del curso escolar 2021-2022. A continuación, se describe el proceso llevado a cabo, junto a la metodología utilizada.

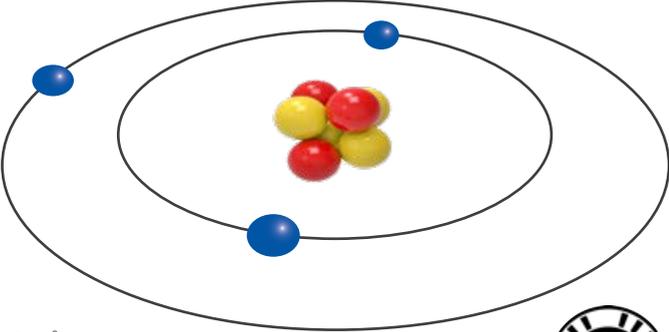
3.1. Objetos de aprendizaje producidos en formato realidad aumentada

Apoyados en la tecnología de realidad aumentada, se diseñaron 118 objetos de aprendizaje, atendiendo a cada uno de los elementos que componen la tabla periódica. Para el desarrollo de estos objetos, se utilizaron diferentes aplicaciones. Entre ellas, se encuentra PowerPoint para el diseño y armado de la ficha, donde se muestran las características del elemento: símbolo, grupo, periodo, bloque, masa y número atómico, distribución electrónica por nivel, configuración electrónica y serie química a la que pertenece. Para completar el marcador a partir de la ficha elaborada, se utilizó Blender, con el fin de realizar la animación de la nube electrónica en la que se distribuyen los electrones según el número atómico. Finalmente, con la aplicación ZapWorks Designer, esta ficha fue convertida al marcador correspondiente de cada elemento, por ejemplo, el litio (véase figura 1), y que puede ser

escaneado mediante la aplicación Zappar, una vez descargada desde la tienda de aplicaciones de su dispositivo, ya sea Android o iOS. La figura 2 muestra cómo se puede visualizar la animación de la distribución de la carga electrónica en los diferentes niveles.

Figura 1. Marcador para el elemento de litio y su animación

Nombre: Litio
 Símbolo: Li
 Grupo: 1
 Periodo: 2
 Bloque: s
 Número atómico: 3
 Masa atómica: 6.941 u
 Electrones por nivel: 2, 1
 Configuración electrónica: $[\text{He}] 2s^2 1s^2 2s^1$
 Serie química: metales alcalinos

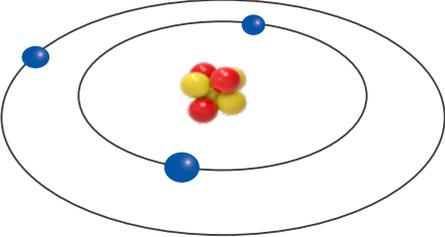




Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Animación de la distribución electrónica del litio (izqda.) y visualización del elemento con la aplicación Zappar (dcha.)

Masa atómica: 6.941 u
 Electrones por nivel: 2, 1
 Configuración electrónica: $[\text{He}] 2s^2 1s^2 2s^1$
 Serie química: metales alcalinos







Fuente: elaboración propia.

El proceso para llevar a cabo la interacción de los estudiantes con esta tecnología tuvo una duración de dos horas en cada centro educativo y se realizó con los siguientes pasos:

- Explicación a los profesores de los centros educativos participantes sobre los fundamentos de la realidad aumentada.
- Breve demostración, tanto a estudiantes como a profesores, del uso de los objetos enriquecidos en formato realidad aumentada.
- Se compartió la siguiente dirección web, que incluye una guía para descargar la aplicación móvil a través de la cual se puede interactuar con los objetos producidos: https://unicaribe.edu.do/diproraqui_files/Instrucciones-Uso-Zappar-Objetos.pdf
- Revisión de la guía para descargar la aplicación móvil con el fin de visualizar los objetos y sus posibilidades.
- Los estudiantes, con la ayuda de los profesores, descendieron y utilizaron la *app*, con la cual interactuaron, de forma individual, con los objetos enriquecidos en realidad aumentada sobre la distribución electrónica de los elementos de la tabla periódica.
- Los estudiantes completaron el instrumento de aceptación tecnológica (TAM), que había sido elaborado para tal fin.

3.2. Descripción del instrumento de recogida de información

De acuerdo con lo expuesto en líneas anteriores, para poder recoger los datos, en este estudio se implementó un cuestionario basado en el modelo TAM ideado por Davis (1989), quien señala que el mismo puede explicar las causas que llevan a un usuario a aceptar la tecnología propuesta. Este instrumento recoge información de cinco dimensiones: utilidad percibida (4 ítems), facilidad de uso percibida (3 ítems), disfrute percibido (3 ítems), actitud hacia el uso (3 ítems) e intención de utilizarla (3 ítems). Contiene una construcción bajo la escala Likert (que oscila de 1 [Extremadamente improbable/En desacuerdo] a 7 [Extremadamente probable/De acuerdo]).

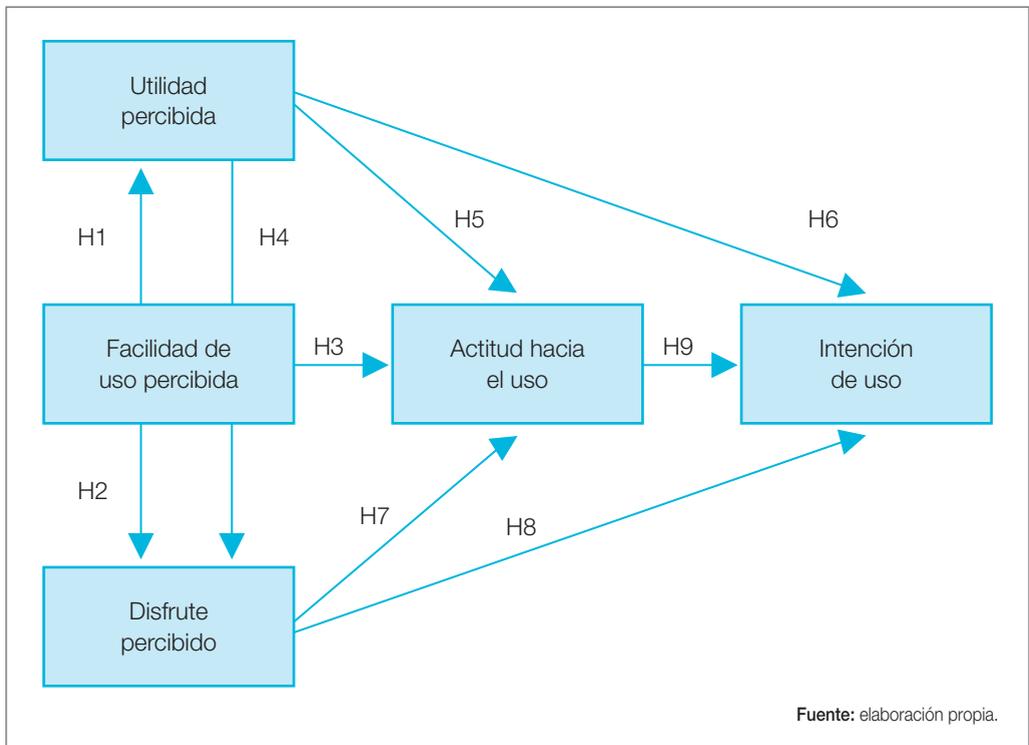
Como se puede ver con detalle en la figura 3, el modelo utilizado permite analizar las siguientes hipótesis:

- **H1-H2-H3.** La «facilidad de uso percibida» puede afectar positiva y significativamente al «disfrute percibido», a la «utilidad percibida» y a la «actitud hacia el uso» del objeto de aprendizaje en formato realidad aumentada.
- **H4-H5-H6.** La «utilidad percibida» del uso del objeto de aprendizaje en formato realidad aumentada puede afectar positiva y significativamente al «disfrute percibido»,

a la «actitud hacia el uso» y a la «intención de uso» del objeto de aprendizaje en formato realidad aumentada.

- **H7-H8.** El «disfrute percibido» del uso del objeto de aprendizaje en formato realidad aumentada puede afectar positiva y significativamente a la «actitud hacia el uso» y a la «intención de uso» del objeto de aprendizaje en formato realidad aumentada.
- **H9.** La «actitud hacia el uso» puede afectar positiva y significativamente a la «intención de uso» de los objetos de aprendizaje en formato realidad aumentada.

Figura 3. Hipótesis relacionadas con las dimensiones del modelo TAM



El coeficiente de fiabilidad, tanto del instrumento global como de sus dimensiones, se obtuvo a través del *software* estadístico SPSS (versión 15.0). Se utilizó la prueba alfa de Cronbach, siendo esta la más apropiada en evaluaciones educativas. Su utilización principal tiene que ver con la estructura misma de la prueba, pues identifica tanto la fiabilidad como la

La utilidad percibida es el grado en que el usuario percibe que el uso de la herramienta aumentaría su desempeño en una tarea

consistencia interna del instrumento (Canu y Duque, 2017). En este sentido, se seleccionó la correlación de ítem-total con la finalidad de analizar si, eliminando uno de los ítems, este coeficiente podría aumentar. No obstante, el valor obtenido no arrojó resultado significativo, por lo que se continuó con los 16 ítems elaborados. El resultado obtenido muestra que se mantiene su integridad global y una fuerte integración entre las dimensiones, ya que el «valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es 0,7» (Tuapanta Dacto *et al.*, 2017, p. 39) (véase cuadro 1).

Cuadro 1. Índice de fiabilidad del instrumento para el modelo TAM y sus dimensiones

Dimensión	Valor alfa de Cronbach
Total instrumento.	0,92
Facilidad de uso percibida.	0,88
Disfrute percibido.	0,87
Utilidad percibida.	0,84
Actitud hacia el uso.	0,90
Intención de uso.	0,85

Fuente: elaboración propia.

3.3. Muestra

En el estudio realizado se escogió el muestreo no probabilístico, el cual «permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos» (Otzen y Manterola, 2017, p. 230). En tal sentido, participaron 100 estudiantes de quinto grado de nivel secundario pertenecientes a seis centros educativos ubicados en las ciudades de Santo Domingo y Santiago de la República Dominicana, puesto que estos centros educativos y sus profesores mostraron interés y promovieron la implementación del estudio.

El modelo TAM, que fue desarrollado por David en 1989, se enfoca en explicar y predecir el uso de los sistemas de información de los usuarios finales

La investigación se realizó durante el curso escolar 2021-2022, momento en el que los estudiantes que participaron en el estudio estaban cursando la asignatura de Química. Se seleccionó el tema de los elementos de la tabla periódica con la finalidad de analizar la configuración electrónica con la tecnología de realidad aumentada.

4. Resultados

Para el análisis de los resultados obtenidos se utilizó el paquete estadístico SPSS (versión 15.0), obteniéndose medidas como la media y la desviación típica estándar para el instrumento completo y las cinco dimensiones utilizadas. Los resultados se muestran en el cuadro 2. También se realizó una correlación entre sus dimensiones para comprobar las hipótesis planteadas.

Cuadro 2. Valores medios y desviaciones estándar obtenidos con el instrumento basado en el modelo TAM

Dimensión	Promedio	Desviación típica
Instrumento global.	5,60	1,10
Facilidad de uso percibida.	5,67	1,24
Disfrute percibido.	5,51	1,35
Utilidad percibida.	5,47	1,30
Actitud hacia el uso.	4,99	1,01
Intención de uso.	5,63	1,45

Fuente: elaboración propia.

Los valores obtenidos, tanto del instrumento global como por cada dimensión en particular, muestran resultados prometedores, teniendo en cuenta que la escala va de 1 a 7 con un rango de 6. En la mayoría de las dimensiones evaluadas, se han alcanzado valores que superan en más de 2 puntos por encima el valor de la media, que, en la escala usada, es 3,5. En el caso de la dimensión «Actitud hacia el uso», se puede observar un valor aproximado de 1,5 por encima de la media, que sigue siendo un resultado favorable.

Por otro lado, se evidencia una desviación estándar del instrumento global de 1,10. Estos resultados muestran que los estudiantes presentan un alto nivel de aceptación del material presentado en formato realidad aumentada para la enseñanza de la distribución electrónica en los elementos de la tabla periódica después de interactuar con el objeto.

De igual forma, el cuadro 3 muestra detalladamente el análisis de la media y la desviación típica estándar de los ítems para cada dimensión.

Cuadro 3. Valores de medias y desviaciones típicas estándar de los ítems del instrumento por cada dimensión

Dimensión	Ítem	Media	Desviación típica
Facilidad de uso	El sistema de realidad aumentada me resultó fácil de usar.	5,64	1,64
	Aprender a usar el sistema de realidad aumentada no fue un problema para mí.	5,51	1,81
	Aprender a usar el sistema de realidad aumentada me ha resultado claro y comprensible.	5,64	1,48
Disfrute percibido	Utilizar el sistema de realidad aumentada fue divertido.	5,61	1,53
	Disfruté con el uso del sistema de realidad aumentada.	5,80	1,42
	Creo que el sistema de realidad aumentada permite aprender jugando.	5,75	1,38
Utilidad percibida	El uso de este sistema de realidad aumentada mejorará mi aprendizaje y rendimiento en esta asignatura.	5,50	1,25
	El uso del sistema de realidad aumentada durante las clases me facilitaría la comprensión de ciertos conceptos.	5,45	1,32
	Creo que el sistema de realidad aumentada es útil cuando se está aprendiendo.	5,66	1,35
	Con el uso de la realidad aumentada aumentaré mi rendimiento.	5,47	1,33
Actitud hacia el uso	El uso de un sistema de realidad aumentada hace que el aprendizaje sea más interesante.	5,79	1,64
	Me he aburrido utilizando el sistema de realidad aumentada.	3,32	2,19
	Creo que el uso de un sistema de realidad aumentada en el aula es una buena idea.	5,86	1,36
Intención de uso	Me gustará utilizar en el futuro el sistema de realidad aumentada si tuviera oportunidad.	5,52	1,71
	Me gustaría utilizar el sistema de realidad aumentada para aprender otros temas de la asignatura.	5,64	1,54
	Me gustará utilizar el sistema de realidad aumentada para aprender en otras asignaturas.	5,71	1,61

Fuente: elaboración propia.

De los resultados presentados en el cuadro anterior, se puede inferir que los estudiantes participantes en este estudio evaluaron como positivas la facilidad de uso, el disfrute y la utilidad del objeto enriquecido en formato realidad aumentada, relacionados con la distribución electrónica de los elementos de la tabla periódica.

También, se evidenció una valoración muy positiva hacia la actitud e intención de uso. En 15 de los 16 ítems del estudio de investigación, se han alcanzado valores que superan en más de 2 puntos por encima el valor de la media, que, en la escala usada, es 3,5. De estos datos, destacan con mayor puntuación los siguientes ítems: «Disfruté con el uso del sistema de realidad aumentada» (5,80), «El uso de un sistema de realidad aumentada hace que el aprendizaje sea más interesante» (5,79) y «Creo que el uso de un sistema de realidad aumentada en el aula es una buena idea» (5,86), cuyos valores se sitúan por encima de todos los demás. Destaca el resultado para el ítem «Me he aburrido utilizando el sistema de realidad aumentada», cuyo valor (3,32) está por debajo de la media de la escala, lo que es un buen indicativo, ya que alude a que los estudiantes participantes en este trabajo de investigación respondieron que «no están de acuerdo» con esta proposición.

Con el objetivo de analizar las hipótesis planteadas en este estudio de investigación, se aplicó el coeficiente de correlación lineal de Pearson, obteniéndose los resultados mostrados en el cuadro 4.

Se tomaron en consideración las cinco dimensiones del modelo TAM: utilidad percibida, facilidad de uso percibida, disfrute percibido, actitud hacia el uso e intención de uso

Cuadro 4. Resultados obtenidos-Correlación lineal de Pearson

Dimensiones		Utilidad percibida	Facilidad de uso percibida	Disfrute percibido	Actitud hacia el uso	Intención de uso
Utilidad percibida	Correlación de Pearson	1	0,635**	0,743**	0,651**	0,841**
	Sig. (bilateral)		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	N	100	100	100	100	100
Facilidad de uso percibida	Correlación de Pearson	0,635**	1	0,676**	0,486**	0,583**
	Sig. (bilateral)	< 0,001		< 0,001	< 0,001	< 0,001
	N	100	100	100	100	100



Dimensiones		Utilidad percibida	Facilidad de uso percibida	Disfrute percibido	Actitud hacia el uso	Intención de uso
Disfrute percibido	Correlación de Pearson	0,743**	0,676**	1	0,408**	0,716**
	Sig. (bilateral)	< 0,001	< 0,001		< 0,001	< 0,001
	N	100	100	100	100	100
Actitud hacia el uso	Correlación de Pearson	0,651**	0,486**	0,408**	1	0,640**
	Sig. (bilateral)	< 0,001	< 0,001	< 0,001		< 0,001
	N	100	100	100	100	100
Intención de uso	Correlación de Pearson	0,841**	0,583**	0,716**	0,640**	1
	Sig. (bilateral)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
	N	100	100	100	100	100

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral); Sig. corresponde a la significación del coeficiente de correlación de Pearson; N corresponde al número de estudiantes participantes del estudio.

Fuente: elaboración propia.

Del cuadro anterior, se concluye lo siguiente:

- **H1-H2-H3.** La «facilidad de uso percibida» puede afectar positiva y significativamente al «disfrute percibido», a la «utilidad percibida» y a la «actitud hacia el uso» del objeto de aprendizaje en formato realidad aumentada. Se evidencia una correlación positiva (de media a fuerte) entre las dimensiones: 0,676 y 0,583 para la percepción y la intención, respectivamente. Se destaca que la correlación, relativamente menor, para la actitud es 0,486. En todos los casos, el nivel de significación es menor a 0,001.
- **H4-H5-H6.** La «utilidad percibida» del uso del objeto de aprendizaje en formato realidad aumentada puede afectar positiva y significativamente al «disfrute percibido», a la «actitud hacia el uso» y a la «intención de uso» del objeto de aprendizaje en formato realidad aumentada. Se evidencia una correlación positiva (de media a

fuerte) entre las dimensiones: 0,743, para el caso de la percepción de disfrute, y 0,651, para la actitud. Cabe resaltar la correlación fuerte de 0,841 para la intención de uso. En todos los casos, el nivel de significación es menor a 0,001.

- **H7-H8.** El «disfrute percibido» del uso del objeto de aprendizaje en formato realidad aumentada puede afectar positiva y significativamente a la «actitud hacia el uso» y a la «intención de uso» del objeto de aprendizaje en formato realidad aumentada. Se observa una correlación media entre la dimensión actitud (0,408) y una correlación fuerte (0,716) entre la dimensión intención de uso. En todos los casos, el nivel de significación es menor a 0,001.
- **H9.** La «actitud hacia el uso» puede afectar positiva y significativamente a la «intención de uso» de los objetos de aprendizaje en formato realidad aumentada. Se evidencia una correlación fuerte entre ambas dimensiones (0,640), con un nivel de significación menor a 0,001.

5. Discusión

Los resultados del índice de fiabilidad muestran una alta consistencia interna entre las cinco dimensiones analizadas del instrumento TAM: utilidad percibida, facilidad de uso percibida, disfrute percibido, actitud hacia el uso e intención de uso del objeto de aprendizaje en formato realidad aumentada, ya que superan el valor mínimo de 0,7 en todos los constructos, siendo similares a los valores obtenidos por Cabero y Pérez Díez de los Ríos (2018), exceptuando la «actitud hacia el uso», donde se obtuvo un valor de 0,664, mientras que nuestro estudio arroja un valor de 0,90.

En relación con las H1-H2-H3, se encontró que la «facilidad de uso percibida» influye positivamente y de manera significativa en el «disfrute percibido», en la «utilidad percibida» y en la «actitud hacia el uso», obteniendo valores de correlación que superan los alcanzados por Cabero Almenara *et al.* (2016), cuyos resultados oscilan entre 0,402 y 0,458; excepto para la correlación con la «actitud hacia el uso», donde son muy similares. De lo anterior, se desprende que el material enriquecido en formato realidad aumentada facilita el manejo y el desplazamiento, además de ser intuitivo (Fernández Robles, 2017b).

Respecto a las H4-H5-H6, los valores arrojaron que la «utilidad percibida» del uso del objeto de aprendizaje en formato realidad aumentada afecta positiva y significativamente en el «disfrute percibido», en la «actitud hacia el uso» y en la «intención de uso». Prendes Espinosa (2015) corrobora lo anterior al referirse a la utilización de la realidad aumentada para proporcionar prácticas interactivas a los estudiantes, que, de otra forma, no serían posibles. Así es el caso de este estudio en lo que se refiere a la Química y su naturaleza de desarrollo de conceptos abstractos. Los resultados obtenidos en este estudio superan cerca de 0,3 unidades los valores alcanzados por Cabero Almenara *et al.* (2016) para la correlación entre la «utilidad percibida» y el «disfrute percibido». No obstante, los valores de la correlación entre la «utilidad percibida», la «actitud hacia el uso» y la «intención de uso» son muy similares en ambos estudios.

Para las H7-H8 se pudo evidenciar que, en efecto, el «disfrute percibido» de uso del objeto de aprendizaje en formato realidad aumentada afecta positiva y significativamente a la «actitud hacia el uso» y a la «intención de uso». Comparando con el estudio de Cabero-Almenara *et al.* (2019), el valor arrojado para la correlación entre el «disfrute percibido» y la «actitud hacia el uso» (0,534) fue menor en nuestro estudio (0,408); mientras que para la correlación entre «disfrute percibido» e «intención de uso», el resultado de nuestro estudio fue de 0,716, siendo este valor ligeramente mayor al resultado obtenido por Cabero Almenara y Llorente Cejudo (2020), cuya población se enfoca en personas mayores, que corresponde a 0,707. En todos los casos, el nivel de significación es menor a 0,001.

Por último, en la H9, para la «actitud hacia el uso», el valor de correlación en relación con la «intención de uso» arrojado en este estudio es ligeramente menor al obtenido por Cabero Almenara *et al.* (2018), correspondiente a 0,687. No obstante, se puede deducir que la «actitud hacia el uso» afecta positiva y significativamente sobre la «intención de uso» de los objetos de aprendizaje en formato realidad aumentada.

6. Conclusiones

Para responder al objetivo de este estudio, que era analizar el grado de aceptación de los estudiantes de quinto grado del nivel secundario en relación con la tecnología de realidad aumentada, podemos concluir que los resultados obtenidos tras aplicar el instrumento TAM reflejan un elevado grado de aceptación de la tecnología realidad aumentada por parte de los participantes para conocer y comprender la distribución electrónica de los elementos de la tabla periódica. Esto coincide con los resultados obtenidos por Cabero Almenara *et al.* (2018), quienes muestran que los estudiantes respondieron que el uso de la realidad aumentada ejerce una influencia positiva en sus aprendizajes y en el rendimiento académico.

Por otro lado, la interacción con el objeto enriquecido en formato realidad aumentada potencia la incorporación de la dimensión lúdica en el proceso de aprendizaje, desarrollando un factor de motivación para la aceptación de esta tecnología por parte de los alumnos. Les satisface y les hace disfrutar. Prendes Espinosa (2015) corrobora lo anterior al destacar cómo la utilización de la realidad aumentada proporciona prácticas interactivas a los estudiantes que, de otra forma, no se podrían lograr. Así ocurrió en este estudio, donde los alumnos pudieron interactuar con objetos enriquecidos en realidad aumentada para el área de Química, especialmente con la distribución electrónica, de acuerdo con el número atómico del elemento, y visualizar los electrones girando alrededor del núcleo en una imagen en 3D en tiempo real, a partir de la lectura del marcador con la aplicación móvil. Por lo regular, tienden a plasmarlos en una figura 2D, lo que hace que se les dificulte la comprensión del concepto de «nube electrónica».

Es importante resaltar que esta tecnología ha resultado divertida y muy útil para los estudiantes participantes en este trabajo de investigación. No supone mayores dificultades, considerando el alto porcentaje de alumnos que cuentan con dispositivos móviles (Lagunes-

Domínguez *et al.*, 2017), cuyas posibilidades técnicas fomentan su uso en la dinamización de las clases inmersivas en la enseñanza de conceptos abstractos en una clase de Química.

De igual manera, se evidenció que, a mayor disfrute en la interacción con el objeto enriquecido en formato realidad aumentada, mayor es la «actitud hacia el uso» y la «intención de uso», potenciando así el desarrollo del pensamiento científico, lo que podría indicar que aumenta la frecuencia de uso del recurso para aprender conceptos abstractos en Química y otras áreas de las ciencias básicas, ya que los estudiantes se mostraron muy motivados al poder interactuar con los objetos de aprendizaje en formato realidad aumentada a través de sus dispositivos móviles.

Dentro de las limitaciones de este estudio, podemos destacar las siguientes:

- Centrarnos en las clases de Química para estudiantes preuniversitarios, lo que nos sugiere seguir esta línea de investigación con estudiantes del nivel primario o con futuros docentes e incluir otras áreas de conocimiento en las ciencias naturales, como biología, física o medioambiente.
- No se ha evaluado el rendimiento de los estudiantes, por lo que es necesario replicar esta investigación para evaluar los resultados de aprendizaje.
- La apreciación de los docentes al implementar esta tecnología no está incluida en este estudio, por lo que se hace necesario realizar una investigación a nivel de expertos en el área de la didáctica de la Química.

Por último, es importante señalar que este estudio aporta conocimiento sobre la integración de la tecnología de realidad aumentada para la enseñanza de las ciencias de la naturaleza, lo que da valor agregado para la comprensión de conceptos, muchas veces complejos y abstractos para los estudiantes, y, a la vez, les permite interactuar con objetos enriquecidos en este formato.

Referencias bibliográficas

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C. y Olabe, J. C. (2007). Realidad aumentada en la educación: una tecnología emergente. *Online Educa Madrid 2007*. https://www.academia.edu/es/33017263/Realidad_Aumentada_en_la_Educaci%C3%B3n_una_tecnolog%C3%ADa_emergente
- Bicen, H. y Bal, E. (2016). Determination of student opinion in augmented reality. *World of Journal on Educational Technology: Current Issues*, 8(3), 205-209. <https://doi.org/10.18844/wjet.v8i3.642>
- Cabero Almenara, J. (2017). La formación en la era digital: ambientes enriquecidos por la tecnología. *Revista Gestión de la Innovación en Educación Superior*, 2(1), 34-53. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7306669>

- Cabero Almenara, J., Barroso Osuna, J. y Gallego Pérez, Ó. (2018). La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por los estudiantes. Los estudiantes como prosumidores de la información. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 11, 15-46. <https://doi.org/10.51302/tce.2018.221>
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Llorente-Cejudo, C. y Fernández Martínez, M.^a M. (2019). Educational uses of augmented reality (AR): experiences in educational science. *Sustainability*, 11(18), 1-18. <https://doi.org/10.3390/su11184990>
- Cabero Almenara, J., Barroso Osuna, J. y Obrador, M. (2016). Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la medicina. *Educación Médica*, 18(3), 203-208. <http://dx.doi.org/10.1016/j.edumed.2016.06.015>
- Cabero Almenara, J. y García Jiménez, F. (Coords.). (2016). *Realidad aumentada: tecnología para la formación*. Síntesis.
- Cabero Almenara, J. y Llorente Cejudo, C. (2020). La adopción de las tecnologías por las personas mayores: aportaciones desde el modelo TAM (Technology Acceptance Model). *Publicaciones*, 50(1), 141-157. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v50i1.8521>
- Cabero-Almenara, J. y Pérez Díez de los Ríos, J. L. (2018). Validación del modelo TAM de adopción de la realidad aumentada mediante ecuaciones estructurales. *Estudios sobre Educación*, 34, 129-153. <https://doi.org/10.15581/004.34.129-153>
- Canu, M. y Duque, M. (2017). Sobre el coeficiente alpha de Cronbach y su interpretación en la evaluación educativa. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI*. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/608/612>
- Chang, S.-C. y Hwang, G.-J. (2018). Impacts of an augmented reality-based flipped learning guiding approach on students' scientific project performance and perceptions. *Computers & Education*, 125, 226-239. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.007>
- Cózar Gutiérrez, R., Moya Martínez, M.^a V. de, Hernández Bravo, J. A. y Hernández Bravo, J. R. (2015). Tecnologías emergentes para la enseñanza de las ciencias sociales. Una experiencia con el uso de la realidad aumentada en la formación inicial de los maestros. *Digital Education Review*, 27, 138-153. <https://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/11622>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Díaz, F. J., Harari, V. y Harari, I. (2015). Realidad aumentada en prácticas educativas de índole social. *XI Congreso de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/53523>
- Díaz-Campos, B. (2016). Realidad aumentada en la educación. *Entorno*, 61, 47-53. <https://doi.org/10.5377/entorno.v0i61.6129>
- Fernández Robles, B. (2017a). *Aplicación del modelo de aceptación tecnológica (TAM) al uso de realidad aumentada en estudios universitarios* (Tesis doctoral inédita, Universidad de Córdoba).
- Fernández Robles, B. (2017b). Factores que influyen en el uso y aceptación de objetos de aprendizaje de realidad aumentada en estudios universitarios de educación primaria. *EDMETIC. Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 203-219. <https://grupotecnologiaeducativa.es/images/bibliovir/RA3.pdf>
- Fishbein, M. y Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Addison-Wesley.

- Lagunes-Domínguez, A., Torres-Gastelú, C. A., Angulo-Armenta, J. y Martínez-Olea, M. Á. (2017). Prospectiva hacia el aprendizaje móvil en estudiantes universitarios. *Formación Universitaria*, 10(1), 101-108. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062017000100011>
- Llerena Izquierdo, J., Robalino Alfonso, M., Andina Zambrano, M. y Grijlava Segovia, J. (2019). Aplicación móvil para fortalecer el aprendizaje de ajedrez en estudiantes de escuela utilizando realidad aumentada y m-learning. *RISTI. Revista Ibérica de Sistema y Tecnologías de la Información*, E22, 120-133. <https://pure.ups.edu.ec/es/publications/mobile-application-to-encourage-education-in-school-chess-student>
- López-Cortés, F., Ravanal Moreno, E., Palma Rojas, C. y Merino Rubilar, C. (2021). Niveles de representación externa de estudiantes de educación secundaria acerca de la división celular mitótica: una experiencia con realidad aumentada. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 62, 7-37. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.84491>
- Marín-Díaz, V., Cabero-Almenara, J. y Gallego-Pérez, O. M. (2018). Motivación y realidad aumentada: alumnos como consumidores y productores de objetos de aprendizaje. *Aula Abierta*, 47(3), 337-346. <https://doi.org/10.17811/rifie.47.3.2018.337-346>
- Mejía Mejía, G. P., López Cabrera, M. V., Hernández-Rangel, E. y Cerano Fuentes, J. (2019). Diseño de un modelo de evaluación mediante la integración de la tecnología inmersiva y a distancia. *Educación Médica*, 20(30), 140-145. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2018.02.009>
- Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Pejoska-Laajola, J., Reponen, S., Virnes, M. y Leinonen, T. (2017). Comunicación aumentada móvil para la colaboración remota en un contexto de trabajo físico. *Australian Journal of Educational Technology*, 33(6), 11- 33. <https://doi.org/10.14742/ajet.3622>
- Ponce, J. C., Oronia, Z., Silva Sprock, A., Muñoz-Arteaga, Ornelas, F. y Álvarez-Rodríguez, F. (2014). Incremento del interés de los alumnos en educación básica en los objetos de aprendizaje usando realidad aumentada en la Química. *IX Conferencia Latinoamericana de Objetos y Tecnologías de Aprendizaje*. https://www.researchgate.net/publication/272686579_Incremento_del_Interes_de_Alumnos_en_Educacion_Basica_en_los_Objetos_de_Aprendizaje_Usando_Realidad_Aumentada_en_las_Matematicas
- Prendes Espinosa, C. (2015). Realidad aumentada y educación: un análisis de experiencias prácticas. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 187-203. <https://idus.us.es/handle/11441/45413>
- Regueiro, J. (11 de febrero de 2021). Realidad aumentada en educación y sus ventajas en el aprendizaje. *ined21.com*. <https://ined21.com/realidad-aumentada-en-educacion>
- Rivas, B., Gétrudix Barrio, F. y Gétrudix-Barrio, M. (2021). Análisis sistemático sobre el uso de la realidad aumentada en educación infantil. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 76, 53-73. <https://doi.org/10.21556/edutec.2021.76.2053>
- Rodríguez Malebrán, M. E., Manzanilla Castellanos, M. A., Peña Angulo, E. A., Occelli, M. y Ramírez Rivera, C. (2020). Evaluación del videojuego educativo «Aphids Attack» a través de modelos log-lineales para la enseñanza de las interacciones ecológicas en el nivel primario. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 59, 201-224. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.77888>
- Sánchez-Zafra, M., Zurita-Ortega, F., Ramírez-Granizo, I., Puertas-Molero, P., González-

- Valero, G. y Ubago-Jiménez, J. L. (2019). Niveles de autoconcepto y su relación con el uso de los videojuegos en escolares de tercer ciclo de primaria. *Journal of Sport and Health Research*, 11(1), 43-54. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6875035>
- Toca Torres, C. E. y Carrillo Rodríguez, J. (2019). Los entornos de aprendizajes inmersivos y la enseñanza a ciber-generaciones. *Education and Research*, 45, 1-20.
- 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. *mktDescrube*, 10, 37-48. <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/9807>

Jeanette Chaljub Hasbún. Doctora en Educación por la Universidad de Murcia (España). Magíster en Educación por la Universidad de Framingham (EE. UU.). Ingeniera Química por la Universidad Autónoma de Santo Domingo (República Dominicana). Coordinadora Académica de Nivel de Grado de Ciencias Básicas y Ambientales en el Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC). Catedrática de Didáctica de la Química y la Física y de Metodología de Investigación para la enseñanza de Ciencias Básicas. Sus líneas de investigación giran en torno a la innovación educativa, metodologías activas de enseñanza de las Ciencias Básicas y Ambientales, formación docente, diseño curricular. Asesora curricular. Investigadora principal del proyecto «Diseño, producción y evaluación de objetos de aprendizaje en soporte realidad aumentada para la enseñanza de la Química» (DIPRORAQUI). <https://orcid.org/0000-0001-6894-4719>

Juan Ramón Peguero García. Magíster en Business Intelligence y Big Data por la Escuela de Organización Industrial (Madrid, España). Magíster en Gerencia y Productividad por la Universidad APEC (Santo Domingo, República Dominicana). Licenciado en Informática por la Universidad del Caribe (Santo Domingo, República Dominicana). Associate Degree in Applied Science in Electronics Technology por Wabash Valley College (EE. UU.). Docente de la Escuela de Tecnología de la Universidad del Caribe. Profesor invitado en la maestría de Tecnología Educativa de la UAPA (Santo Domingo, República Dominicana). Intereses de investigación: tecnología e innovación educativa y algoritmos de aprendizaje automático. Coinvestigador en el proyecto «Diseño, producción y evaluación de objetos de aprendizaje en soporte realidad aumentada para la enseñanza de la Química» (DIPRORAQUI). <https://orcid.org/0000-0002-4177-0832>

Elvin José Mendoza Torres. Máster en Informática, Auditoría, Derecho y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones por la Universidad Alcalá de Henares (Madrid, España). Licenciatura en Informática por la Universidad Autónoma de Santo Domingo. Certificaciones como Eforsys Entrenamiento Eforsys LLC de Java University, Administración de Base de Datos, Oracle 11g y Programming ADO.NET Application with Visual Studio. Líneas de investigación: tecnología e innovación educativa, algoritmos de aprendizaje automático, realidad aumentada. Docente en la escuela de Informática de la Universidad del Caribe en los niveles de grado y posgrado. Coinvestigador del proyecto «Diseño, producción y evaluación de objetos de aprendizaje en soporte realidad aumentada para la enseñanza de la Química» (DIPRORAQUI). <https://orcid.org/0000-0001-5232-7409>

Contribución de autores. Generación de ideas, revisión de antecedentes, formulación del marco teórico y metodológico, análisis e interpretación de los datos y elaboración de las conclusiones: J. C. H.; Revisión de antecedentes, aportes al marco teórico, captura, interpretación y análisis de datos: J. R. P. G.; Revisión de edición del manuscrito: E. J. M. T.

Diagnóstico del uso e implementación de la realidad aumentada en la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro

Luis Alberto Soto Reyes (autor de contacto)

Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro (México)
luis.soto@uaq.mx | <https://orcid.org/0000-0002-6074-375X>

Alfredo Rodríguez-Cruz

Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro (México)
alfredo.rodriguez.cruz@uaq.mx | <https://orcid.org/0000-0003-3041-563X>

Rita Ochoa Cruz

Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro (México)
rita_ochoa@uaq.mx | <https://orcid.org/0000-0003-1641-1181>

Jesus Mendiola-Precoma

Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro (México)
jesus.mendiola@uaq.mx | <https://orcid.org/0000-0002-7420-0211>

José Eduardo Rodríguez Guevara

Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro (México)
jose.eduardo.rodriguez@uaq.mx | <https://orcid.org/0000-0002-4402-5598>

Zulma Yunue Cajiga Yañez

Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro (México)
zulma.cajiga@uaq.mx | <https://orcid.org/0000-0002-6775-956X>

Extracto

Hoy en día, en la educación, la tecnología de realidad aumentada es una herramienta con gran potencial debido a que permite a los docentes y al alumnado (hombres y mujeres) abordar de una manera más dinámica el tema de estudio, de tal forma que el objetivo de la presente investigación abarca el diagnóstico de la comprensión y uso de la realidad aumentada en una muestra de la población institucional de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro. Los resultados sugieren que se tiene un mínimo conocimiento respecto a la implementación y gestión de esta tecnología como parte de las estrategias de enseñanza-aprendizaje, motivo por el cual esta herramienta, actualmente, tiene un escaso uso en el proceso de enseñanza. Con respecto a lo anterior, se propone la creación de entornos de aprendizaje que integren la realidad aumentada para así aspirar a aumentar la comprensión de los temas de estudio.

Palabras clave: realidad aumentada; educación media superior; realidad virtual; aprendizaje; herramientas tecnológicas; diagnóstico; enseñanza.

Recibido: 01-04-2022 | Aceptado: 02-06-2022 | Publicado: 07-09-2022

Cómo citar: Soto Reyes, L. A., Rodríguez-Cruz, A., Ochoa Cruz, R., Mendiola-Precoma, J., Rodríguez Guevara, J. E. y Cajiga Yañez, Z. Y. (2022). Diagnóstico del uso e implementación de la realidad aumentada en la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 69-94. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.2812>



Use and implementation diagnosis of augmented reality in the High School of the Universidad Autónoma de Querétaro

Luis Alberto Soto Reyes (corresponding author)

Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro (México)
luis.soto@uaq.mx | <https://orcid.org/0000-0002-6074-375X>

Alfredo Rodríguez-Cruz

Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro (México)
alfredo.rodriguez.cruz@uaq.mx | <https://orcid.org/0000-0003-3041-563X>

Rita Ochoa Cruz

Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro (México)
rita_ochoa@uaq.mx | <https://orcid.org/0000-0003-1641-1181>

Jesus Mendiola-Precoma

Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro (México)
jesus.mendiola@uaq.mx | <https://orcid.org/0000-0002-7420-0211>

José Eduardo Rodríguez Guevara

Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro (México)
jose.eduardo.rodriguez@uaq.mx | <https://orcid.org/0000-0002-4402-5598>

Zulma Yunue Cajiga Yañez

Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro (México)
zulma.cajiga@uaq.mx | <https://orcid.org/0000-0002-6775-956X>

Abstract

Today, in education, augmented reality technology is a tool with great potential because it allows the teachers and the students (men and women) to approach the subject of study in a more dynamic way. In such a way that the objective of the present research covers the diagnosis of the understanding and use of augmented reality in a sample of the institutional population of the High School of the Universidad Autónoma de Querétaro. The results suggest that there is minimal knowledge regarding the implementation and management of this technology as part of the teaching-learning strategies, which is why this tool currently has little used in the teaching process. With regard to the above, the creation of learning environments that integrate augmented reality is proposed in order to aspire to increase the understanding of the study topics.

Keywords: augmented reality; high school education; virtual reality; learning; technological tools; diagnosis; teaching.

Received: 01-04-2022 | Accepted: 02-06-2022 | Published: 07-09-2022

Citation: Soto Reyes, L. A., Rodríguez-Cruz, A., Ochoa Cruz, R., Mendiola-Precoma, J., Rodríguez Guevara, J. E. and Cajiga Yañez, Z. Y. (2022). Use and implementation diagnosis of augmented reality in the High School of the Universidad Autónoma de Querétaro. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 69-94. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.2812>



Sumario

- 1. Introducción
 - 2. Objetivo
 - 3. Marco teórico
 - 3.1. Percepción sensorial y realidad virtual
 - 3.2. Realidad aumentada
 - 3.2.1. Realidad aumentada en la educación
 - 3.2.1.1. Contexto internacional
 - 3.2.1.2. Contexto nacional
 - 4. Metodología
 - 4.1. Diseño
 - 4.2. Población y muestra
 - 5. Resultados
 - 6. Discusión
 - 7. Conclusión
- Referencias bibliográficas
- Anexo

Nota: los autores del artículo declaran que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este estudio 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

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son un «fuerte aliado» en los procesos de innovación educativa siempre que se consideren en estrecha relación con los demás elementos curriculares. Su integración en los centros educativos plantea toda una serie de retos a los docentes, al centro y al currículo, a la vez que genera cambios organizativos, metodológicos y actitudinales (García-Valcárcel Muñoz-Repiso y Hernández Martín, 2013).

El desarrollo de los recursos, de los contenidos, de los materiales y del diseño de las estrategias empleadas en los planes de estudios están fundamentados con un enfoque de tecnología educativa, lo que exige no limitarse solo a «la incorporación de los recursos digitales en la enseñanza, sino a diseñar situaciones mediadas de aprendizaje con el apoyo de los recursos tecnológicos» (Cabero Almenara y Barroso Osuna, 2015, p. 23).

Debe entenderse que «parte de los componentes fundamentales de los procesos educativos tienen que ver con el compromiso de los estudiantes. Su participación y permanencia en los procesos, aunque parezca obvio decirlo, es condición necesaria para su éxito» (Severin, 2010, p. 7).

La incorporación de los recursos digitales en los procesos de aprendizaje tiene como objetivo que el estudiante aprenda a involucrar dichos recursos en sus metodologías de estudio para así lograr generar conocimiento. En el caso del docente, busca que, al implementar los diversos recursos digitales, se mejore y aumente la motivación e interés del estudiante por el estudio.

Lograr que los recursos digitales tengan un impacto positivo en los procesos formativos no depende solo de involucrarnos. «El uso de las TIC implica la expectativa razonable de que ellas permitirán una modificación sustantiva de las prácticas de enseñanza por parte de los docentes, y de las prácticas de aprendizaje de los estudiantes» (Severin, 2010, p. 7). Dentro de las TIC, la realidad aumentada es una herramienta tecnológica que brinda al usuario una perspectiva sobre objetos del mundo real, estimulando sus vías sensoriales y, por consiguiente, el proceso de almacenamiento de información. Para ello, en este trabajo se analizan las necesidades tecnológicas en el autoaprendizaje de los estudiantes, así como la perspectiva de los docentes hacia el uso de los recursos tecnológicos, enfocado a la realidad aumentada.

2. Objetivo

El propósito de este estudio de investigación es realizar un diagnóstico para conocer la situación de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro en cuanto al conocimiento y al uso de herramientas didácticas por parte de los docentes y del alumnado; en especial, la denominada «realidad aumentada».

3. Marco teórico

3.1. Percepción sensorial y realidad virtual

Los humanos somos capaces de percibir el mundo a través de impresiones sensoriales. Por ejemplo, el sonido se detecta a través de las ondas sonoras que viajan por las partículas del aire hasta llegar al oído externo, activando el oído medio, y este, a su vez, el oído interno, para que, por medio del nervio auditivo, esa información llegue al cerebro y sea procesada para su almacenamiento. Por otro lado, con respecto al ojo (sentido de la vista), la luz es reflejada por objetos reales, como un árbol, un oso o un automóvil. Esta entra en el ojo humano y es detectada por fotorreceptores en la retina, donde se convierte en un impulso químico-eléctrico en el nervio óptico. Estas señales son transmitidas al cerebro e, inmediatamente, procesadas y almacenadas en la corteza cerebral como nuevo aprendizaje o memoria (Doerner *et al.*, 2022). La percepción visual es regulada por diversas áreas cerebrales, las cuales ya han sido identificadas. La relación entre realidad y lo que las personas perciben de ella a través del sentido de la vista es algo complejo; es decir, una misma realidad puede ocasionar diferentes percepciones visuales en distintas personas y se relaciona con las experiencias previas (Silverthorn *et al.*, 2019). En función de esto, el ser humano puede ver las áreas coloridas de un tigre o el cambio de color en las hojas de un árbol gracias al sistema visual y puede dibujar conclusiones en su cerebro acerca de la realidad. Por ejemplo, al detectar las franjas negras y naranjas, o la forma de un tigre, el ser humano asocia la realidad a peligro debido a que es un animal depredador; o con respecto a un árbol, cuando las hojas cambian de color verde a color amarillo o naranja, dicho fenómeno se asocia con la llegada del otoño (Audesirk *et al.*, 2013). Unido a esto, la fisiología de los sentidos y de los procesos de aprendizaje-memoria (basados en la percepción sensorial, principalmente vista y oído) fundamentan el uso de herramientas de realidad virtual para favorecer el aprendizaje en estudiantes de los distintos niveles educativos (Sousa-Ferreira *et al.*, 2021). Por lo tanto, para realizar un sistema de realidad virtual que sea funcional para los estudiantes o cualquier usuario, el «mundo alternativo virtual» debe ser percibido por la persona a través de los estímulos sensoriales generados por el sistema de realidad virtual (Jaramillo-Henao *et al.*, 2018).

Además, la evolución de las TIC ha permitido que aspectos relacionados con el aprendizaje y el conocimiento se fortalezcan de una manera innovadora, y, por consiguiente,

han generado un alto impacto en la educación (Marín-Díaz y Sampedro-Requena, 2020; Montecé-Mosquera *et al.*, 2017). Adicionalmente, en la actualidad, la sociedad ha adoptado las tecnologías de realidad virtual y de realidad aumentada como parte de su entorno, como se puede ver en la publicidad, en los museos interactivos y en el desarrollo de videojuegos; sin embargo, la incorporación de la realidad aumentada a las aulas busca potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el estudiante (Montecé-Mosquera *et al.*, 2017).

De acuerdo con Doerner *et al.* (2022), un sistema de realidad virtual es un sistema informático que consta de *hardware* y *software* adecuado para implementar el concepto de realidad virtual, y el contenido de un sistema de realidad virtual representa un mundo virtual, el cual incluye modelos de objetos, su descripción de comportamiento para la simulación y su disposición en el espacio. Por consiguiente, si se presenta un mundo virtual con un sistema de realidad virtual, hablamos de un entorno virtual funcional y disponible para uno o varios usuarios (Doerner *et al.*, 2022). La realidad virtual tiene la capacidad de transformar la educación gracias a que puede transmitir sensorialmente conceptos abstractos y presentar al estudiante imágenes virtuales que representen objetos reales (Jaramillo-Henao *et al.*, 2018). No obstante, la realidad aumentada aprovecha los objetos virtuales o la información que se superpone a los objetos o entornos físicos, lo que da como resultado una realidad mixta en la que los objetos virtuales y los entornos reales coexisten de manera significativa para aumentar las experiencias de aprendizaje (Piscitelli Altomari, 2017).

3.2. Realidad aumentada

El concepto de «realidad aumentada» es complejo debido a que diversos autores lo definen de distintas formas. Su creación y su uso por primera vez se remonta a la década de los sesenta del siglo XX (Sutherland, 1968). La definición más próxima a su concepto es la de Azuma (1997), quien la define como «una tecnología que permite que el usuario integre la realidad con objetos virtuales superpuestos, complementando la percepción de la propia realidad en los diversos sentidos» (p. 16). Y en cuanto a la aplicación de la realidad aumentada, en palabras de Johnson (2010), «la realidad aumentada tiene un potencial muy grande para proporcionar contexto, experiencias de aprendizaje *in situ*, exploración y un descubrimiento de la naturaleza cuando es conectada a través de la información en el mundo real» (p. 22).

3.2.1. Realidad aumentada en la educación

La realidad aumentada, así como otras capacidades y habilidades tecnológicas, como la inteligencia artificial o la realidad virtual, entre otras, ha venido a revolucionar el proceso de enseñanza, mejorando los métodos de aprendizaje para las nuevas generaciones estudiantiles, derivado de una necesidad ligada a la implementación de la revolución industrial

4.0 que obliga a los maestros a generar innovaciones educativas (Sharma, 2019). Hoy en día, la integración tecnológica con las artes, las ciencias sociales, las matemáticas, las ciencias, etc., busca que los estudiantes tengan una educación más práctica y exploratoria que les permitan mejorar en el desarrollo de sus habilidades (Williams, 2009).

Las actuales condiciones en materia de salud, derivadas de la pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2, han forzado a los sistemas educativos a acelerar la implementación de las tecnologías en sus metodologías de enseñanza, empezando desde el paso de una educación presencial a una educación virtual e híbrida (presencial-virtual). Además de la implementación de las tecnologías dentro de sus estrategias didácticas pedagógicas, las mejoras continuas han sido necesarias dentro de esta práctica docente, toda vez que la educación es un trampolín para cruzar de las zonas marginales a las de mejores oportunidades, económicamente hablando (Kayani *et al.*, 2017).

3.2.1.1. Contexto internacional

La educación es un derecho humano internacional, descrito por la Comisión Mundial de los Derechos Humanos en su artículo 13, que enuncia que todo individuo debería tener derecho a la educación y a su acceso. Por lo tanto, los sistemas educativos de los países deben asegurar el acceso a la educación mediante diferentes estrategias y/o formas, buscando siempre una mejora continua de sus procesos (Office of the High Commissioner for Human Rights [OHCHR], 1999).

En lo que se refiere a estrategias de enseñanza que contemplen la realidad aumentada, a nivel global en educación, se han realizado poco más de 3.000 estudios desde hace 30 años, de los cuales destacan aproximadamente 50 trabajos de interés educativo en la aplicación de herramientas tecnológicas (Avila-Garzon, 2021; Piscitelli Altomari, 2017). Además, se han realizado esfuerzos recientes derivados de las condiciones sanitarias de la pandemia, entre los cuales destacan trabajos como el presentado por López-Belmonte *et al.* (2020), quienes, a través de la implementación del *flipped learning* (aprendizaje invertido) y de la realidad aumentada consiguieron un mejor aprovechamiento por parte de los estudiantes y una alternativa para aumentar la motivación de estudio a distancia con contenidos pedagógicos enriquecidos.

También hay trabajos realizados en el área de las ciencias experimentales y exactas, como el estudio de las estructuras químicas orgánicas mediante la realidad aumentada (Abdinejad *et al.*, 2021). Incluso la realidad aumentada tiene ciertas ventajas de comodidad, comparada con algunas herramientas de realidad mixta como las HoloLens-Microsoft®, al evaluarse en el aprendizaje del campo médico (Moro *et al.*, 2020); de tal forma que, internacionalmente, día a día, los esfuerzos por el desarrollo y la aplicación de la realidad aumentada en las diferentes disciplinas de la educación han sido continuos y más relevantes.

3.2.1.2. Contexto nacional

El desarrollo tecnológico y su aplicación en el ámbito educativo en México ha tenido un rezago histórico en su aplicación en la mejora del conocimiento dentro de las habilidades de las ciencias exactas. Sin embargo, los principios y orientaciones de la nueva escuela mexicana proponen la asociación del uso de las tecnologías en el desarrollo de las capacidades estudiantiles del nivel medio superior (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2019). En este contexto, el desarrollo de metodologías de enseñanza ha sido limitado y se encuentra en un proceso de exploración y con un gran potencial de desarrollo ante la necesidad emergente (Roa Contreras, 2021), encontrando casos como el de intento de implementación en San Quintín y Mexicali, zonas semiurbanas, donde la baja disponibilidad de dispositivos móviles restringe el proceso de enseñanza mediante realidad aumentada (López-Hernández *et al.*, 2021). Aun con estas condiciones en gran parte del país, se han realizado destacados proyectos de realidad aumentada para mejorar la enseñanza en educación media superior en México, de los cuales destacan el desarrollo de una aplicación de realidad aumentada para la enseñanza de la robótica con herramientas Aumentaty Author y SketchUp (Mendoza Pérez *et al.*, 2017). Además, se ha observado que el uso de aplicaciones de realidad aumentada mejora los procesos de enseñanza y la motivación de los estudiantes, como ocurre con el empleo de Metaverse en matemáticas (George-Reyes, 2020) y el uso de HP Reveal® en el estudio de la química orgánica a nivel de educación media superior (Ruiz Cerrillo, 2020).

El uso de la realidad aumentada podría ser una alternativa para que los estudiantes se sientan atraídos por el estudio y para que les ayude a entender las materias de una forma mucho más dinámica

En este sentido, la motivación es parte medular para que el estudiante obtenga un mejor rendimiento escolar. En México, el 11 % de los estudiantes varones y el 20 % de las estudiantes mujeres de educación media superior consideran la falta de interés por el estudio como una causa de abandono escolar (SEP, 2012). El uso de la realidad aumentada podría ser una alternativa para que los estudiantes se sientan atraídos por el estudio y para que les ayude a entender las materias de una forma mucho más dinámica.

Además, uno de los principales problemas a los que se enfrentó la educación media superior en México durante el pico de la pandemia en todos los niveles educativos fue el abandono escolar de los estudiantes por falta de equipos o de internet para recibir sus clases de forma virtual, principalmente en escuelas rurales; sin embargo, un gran porcentaje de los estudiantes que abandonaron la escuela en zonas urbanas fue debido al incremento en las asignaturas no acreditadas, ocasionado por la pérdida de interés en las clases o por no tener las herramientas didácticas en casa para el autoaprendizaje, por lo cual, el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INNE) recomienda propiciar ambientes de aprendizaje que motiven al estudiante, entre los cuales podría destacar la realidad aumentada (INNE, 2017). La implementación de una herramienta de realidad aumentada en las aulas de educación

del nivel medio superior (Escuela de Bachilleres) de la Universidad Autónoma de Querétaro puede ser un desafío tanto para docentes como para estudiantes, el cual estará asociado a los conocimientos y a las aptitudes que se tengan hacia dicha herramienta; sin embargo, de acuerdo con estudios previos y a su implementación en distintos niveles educativos, podemos considerar que serían más las ventajas que se generarán que las desventajas. Para ello, debemos conocer previamente el panorama institucional de docentes y estudiantes respecto al uso y el conocimiento de la realidad aumentada. Por tal motivo, en el presente artículo se busca realizar un análisis diagnóstico sobre el uso de herramientas tecnológicas de realidad aumentada por parte de los docentes de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro antes y después del inicio de la pandemia.

4. Metodología

4.1. Diseño

El diseño metodológico es de tipo diagnóstico cuantitativo, con enfoque descriptivo, que busca conocer el contexto actual de la Escuela de Bachilleres en cuanto al uso de herramientas tecnológicas, específicamente la realidad aumentada, en las prácticas docentes.

4.2. Población y muestra

La población de estudio estuvo integrada por alumnos de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro. La población estatal de estudiantes de nivel medio superior del estado de Querétaro está conformada por 41.921 individuos, de los cuales la comunidad de estudiantes de la Escuela de Bachilleres representa el 19 % del total de esta población (Coordinación de Información Estadística-Universidad Autónoma de Querétaro [CIE-UAQ], 2021; Unidad de Servicios para la Educación Básica en el Estado de Querétaro [USEBEQ], 2021).

El estudio fue dividido en dos muestras integradas por 201 docentes y 3.422 estudiantes. Las muestras fueron denominadas «Muestra docentes total» y «Muestra alumnos total», respectivamente. Con el objetivo de conocer las diferentes perspectivas de la población de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro, la encuesta fue aplicada en todos los planteles de la misma. Durante la implementación de la investigación, las muestras fueron subdivididas en aquellos encuestados que tenían conocimiento en tecnología de realidad aumentada, las cuales se denominaron «Muestra docentes realidad aumentada» y «Muestra alumnos realidad aumentada», compuestas por 125 docentes y 2.290 alumnos, respectivamente.

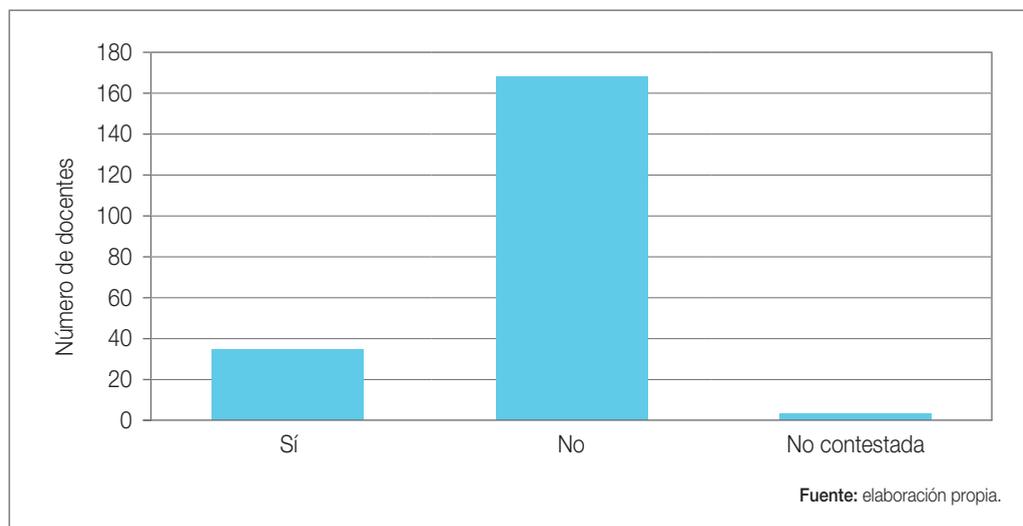
Para la recolección de datos se diseñó una encuesta para estudiantes y una para docentes (véase anexo final), teniendo como objetivo en cada una de ellas identificar la situación actual sobre el uso e implementación de la realidad aumentada en las estrategias de enseñanza-aprendizaje. El diseño fue dividido en dos bloques; el primero evaluaba el conocimiento y uso de la realidad aumentada en su vida cotidiana; mientras que el segundo valoraba la implementación de la realidad aumentada como parte de los entornos de estudio. Las encuestas descritas fueron aplicadas mediante la herramienta Google Forms, ya que su facilidad de gestión y el acceso controlado por parte de nuestros usuarios aseguraba la confiabilidad de los datos recabados en este estudio de investigación.

El desarrollo de metodologías de enseñanza ha sido limitado y, actualmente, se encuentra en un proceso de exploración, con un gran potencial de desarrollo

5. Resultados

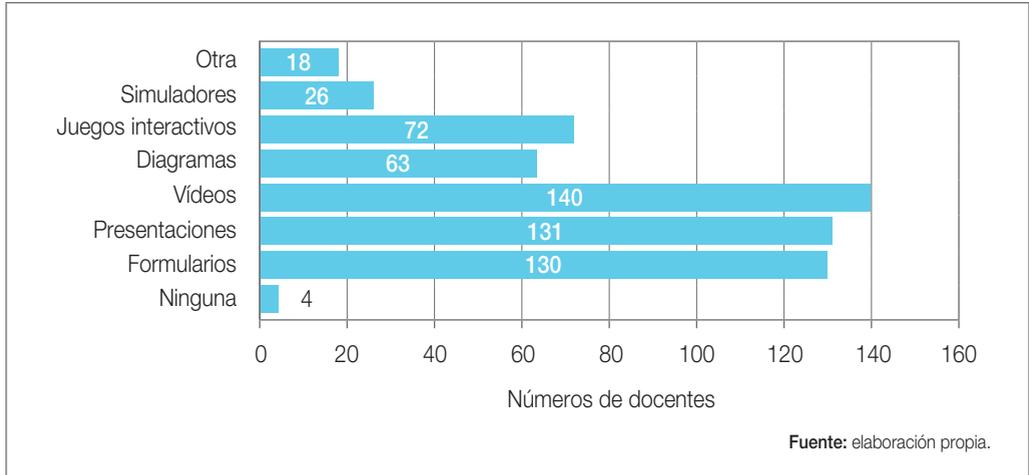
En este apartado se presentan y describen los datos recolectados durante la aplicación de la herramienta diagnóstica cuyo objetivo ha sido conocer la situación de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro en el conocimiento y uso de la tecnología denominada «realidad aumentada» por parte de docentes y alumnos. En la figura 1 se puede apreciar el porcentaje de docentes cuyas prácticas de enseñanza previas a la pandemia no implementaban herramientas de tecnología educativa.

Figura 1. Uso de tecnología educativa por parte de los docentes antes de la pandemia



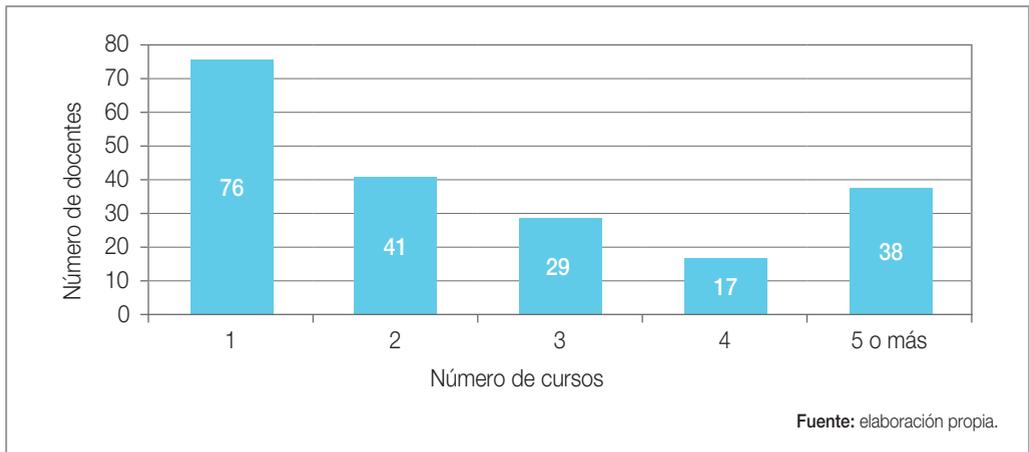
En la figura 2 podemos observar que, entre los distintos tipos de recursos de tecnología educativa que los docentes implementan en su práctica docente, el vídeo es el más utilizado.

Figura 2. Herramientas tecnológicas educativas utilizadas actualmente por los docentes



Uno de los grandes retos para los docentes fue su capacitación en el uso de recursos tecnológicos como parte de las estrategias de enseñanza. La capacitación para gestionar dichos recursos fue indispensable a la hora de superar los obstáculos que la pandemia causó en relación con la educación. En la figura 3 se aprecia la participación de los docentes en cursos para capacitarse en la gestión de tecnología educativa.

Figura 3. Cursos para la gestión de la tecnología en la docencia



A pesar de que la tecnología de realidad aumentada es un recurso que día a día se implementa con mayor cotidianidad, existe una brecha considerable por parte de los docentes de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro en cuanto al conocimiento de esta, tal y como se muestra en la figura 4. Para evidenciar el conocimiento por parte de los docentes en el uso de herramientas tecnológicas como parte de las estrategias de enseñanza, se interrogó a los profesores sobre la implementación de algunas de estas tecnologías (véase figura 5).

Uno de los grandes retos para los docentes fue su capacitación para usar recursos tecnológicos como parte de las estrategias de enseñanza

Figura 4. Conocimiento de la tecnología de realidad aumentada por parte de los docentes

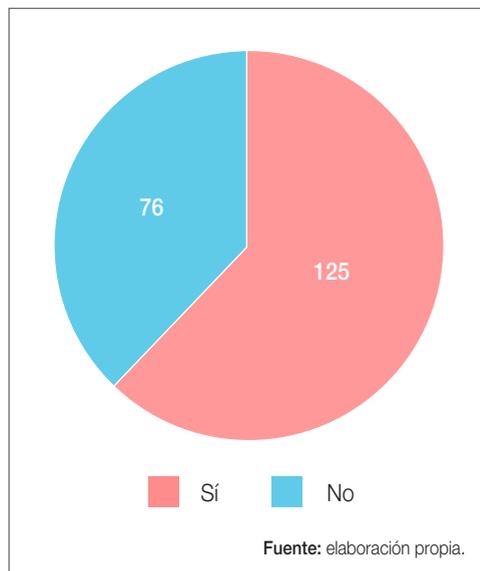
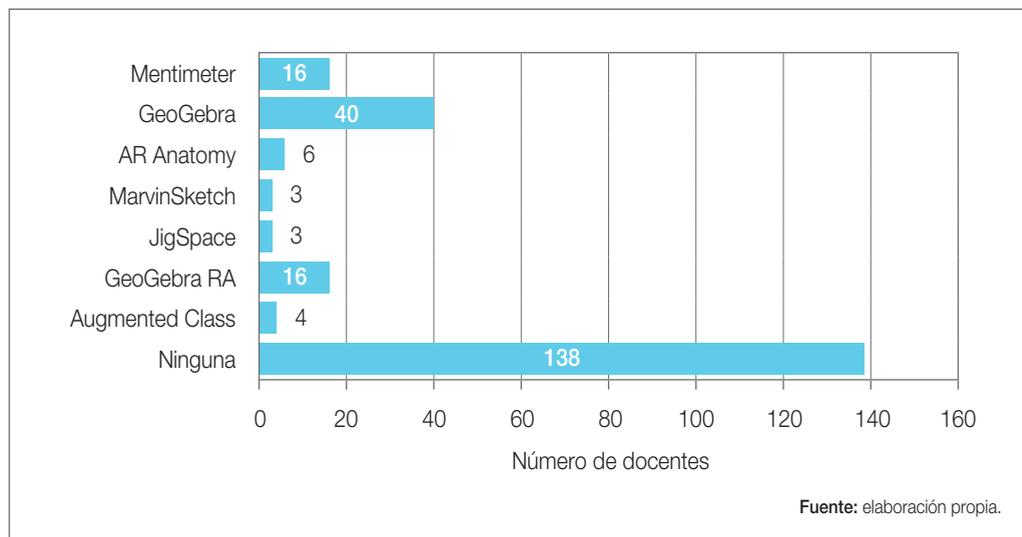


Figura 5. Implementación de herramientas tecnológicas en la práctica docente



A continuación, en las siguientes figuras, se muestra el uso de herramientas tecnológicas por parte de los docentes en diferentes ejes académicos: ciencias naturales y experimentales

(véase figura 6), formación personal (véase figura 7), ciencias sociales (véase figura 8), humanidades (véase figura 9), matemáticas y razonamiento (véase figura 10) y lenguaje y comunicación (véase figura 11).

Figura 6. Implementación de herramientas tecnológicas en la práctica docente en el eje de ciencias naturales y experimentales

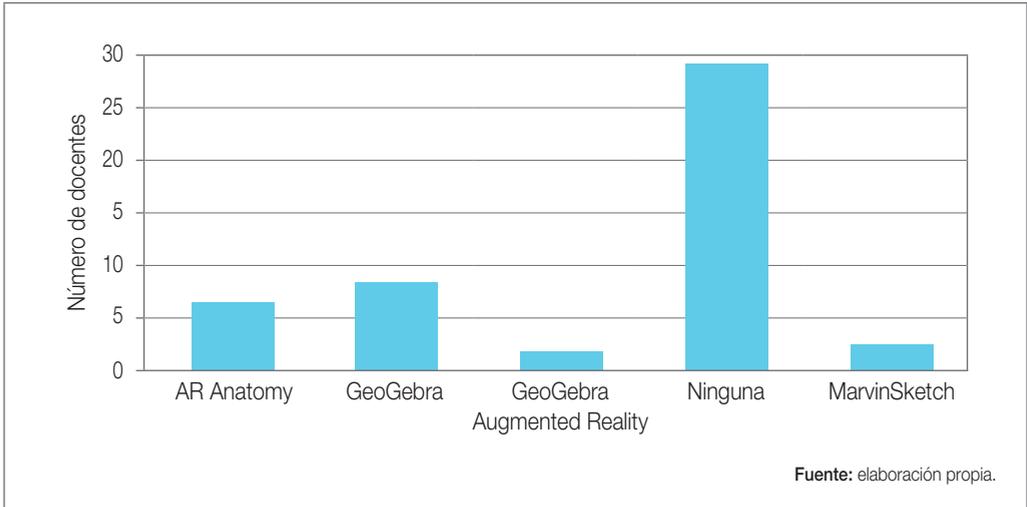


Figura 7. Implementación de herramientas tecnológicas en la práctica docente en el eje de formación personal

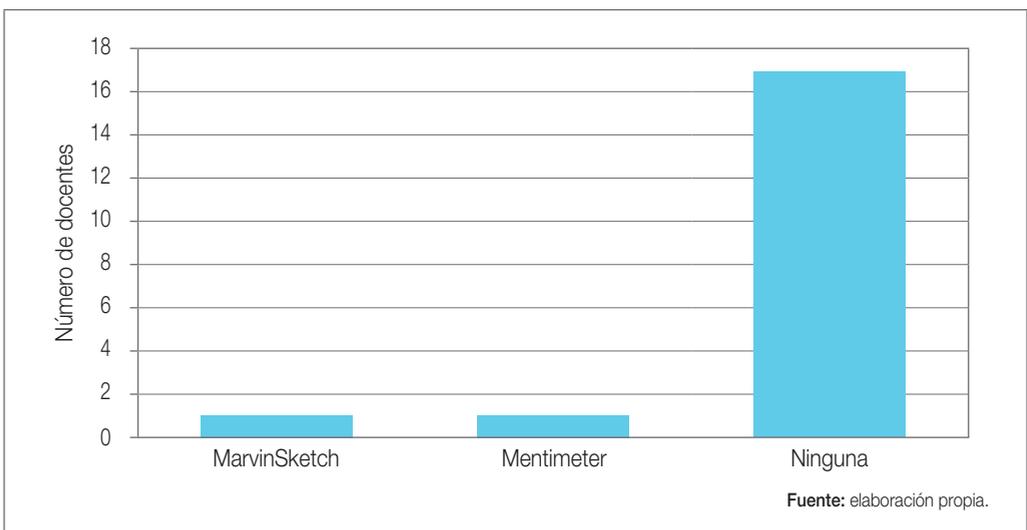


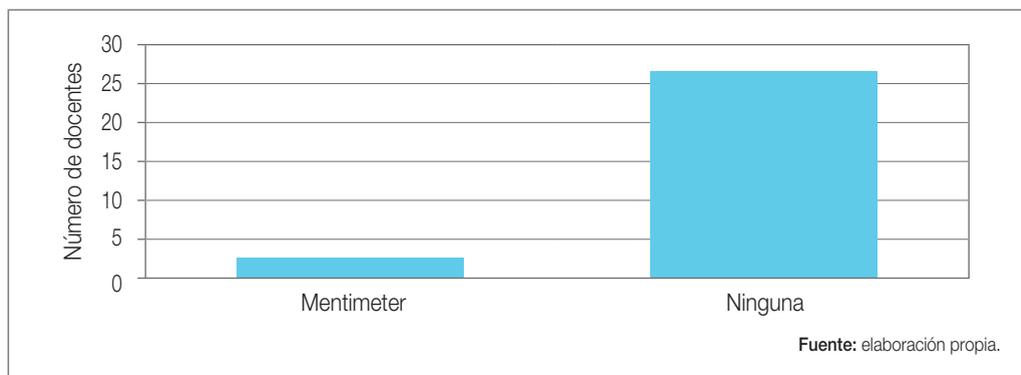
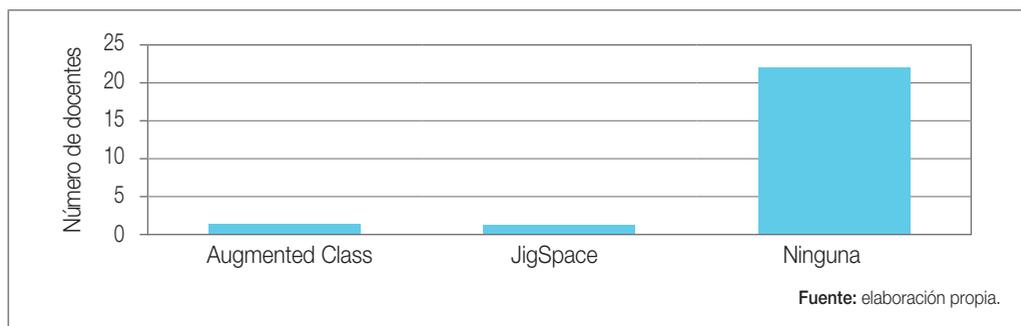
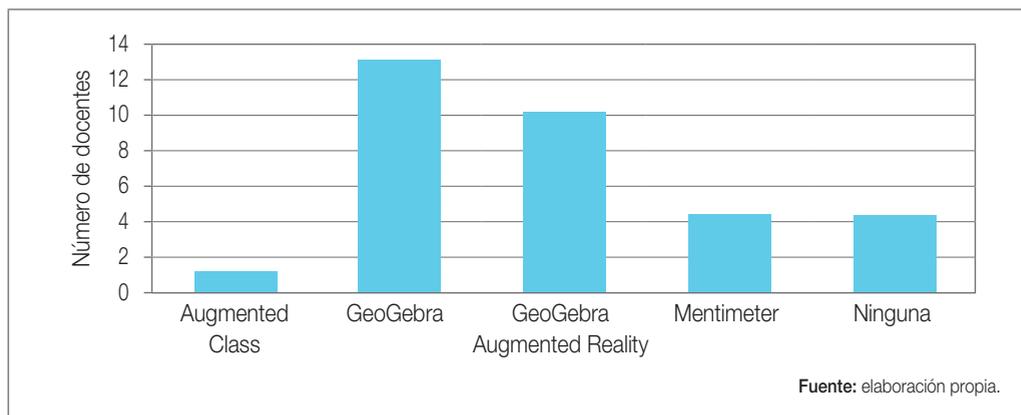
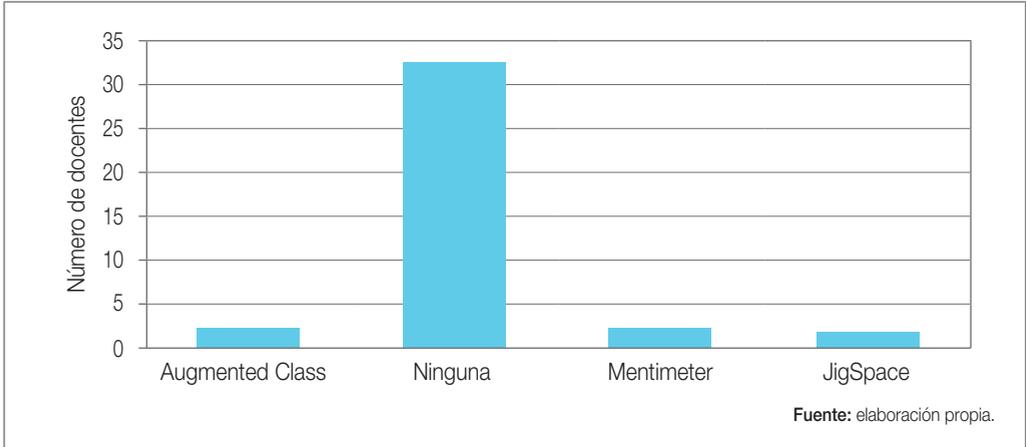
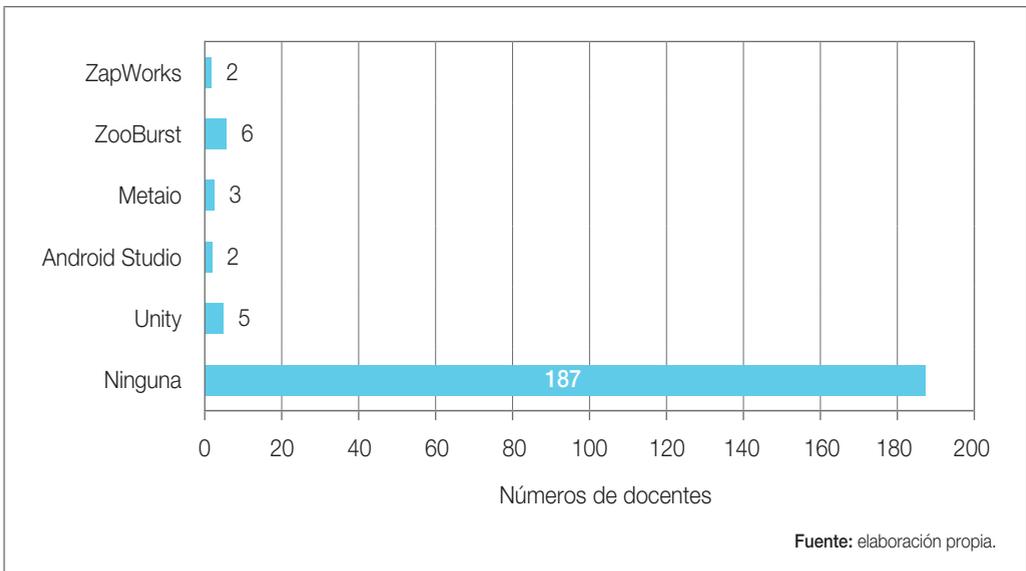
Figura 8. Implementación de herramientas tecnológicas en la práctica docente en el eje de ciencias sociales**Figura 9. Implementación de herramientas tecnológicas en la práctica docente en el eje de humanidades****Figura 10. Implementación de herramientas tecnológicas en la práctica docente en el eje de matemáticas y razonamiento**

Figura 11. Implementación de herramientas tecnológicas en la práctica docente en el eje de lenguaje y comunicación



En el siguiente gráfico (véase figura 12), se aprecia que los docentes de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro tienen poco conocimiento respecto a las herramientas necesarias para el desarrollo de recursos de estudio mediante la implementación de realidad aumentada.

Figura 12. Herramientas utilizadas por parte de los docentes para el desarrollo de recursos de estudio en realidad aumentada



Los datos recabados en la figura 13, tomando como punto de partida la muestra de docentes de la figura 4 que sí tienen conocimiento de la realidad aumentada, revelan que los instructores de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro que utilizan esta tecnología en sus estrategias de enseñanza son pocos.

El recurso más usado por parte de docentes y estudiantes como apoyo de sus estrategias de enseñanza-aprendizaje es el videotutorial

Como se ve en la figura 14, a partir de la misma muestra de la figura 4, se aprecia que los docentes de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro tienen poco conocimiento respecto al diseño y desarrollo de recursos de realidad aumentada.

A pesar de que la implementación de la realidad aumentada en la práctica docente por parte de los profesores de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro es mínima, estos mismos consideran su uso dentro de las estrategias de enseñanza (véase figura 15).

La tecnología de realidad aumentada ayuda a fomentar prácticas docentes innovadoras que desarrollen en los estudiantes competencias básicas para integrarse de manera participativa y favorable en los diferentes ámbitos de la sociedad

Figura 13. Integración de recursos de realidad aumentada en las estrategias de enseñanza por parte de los docentes

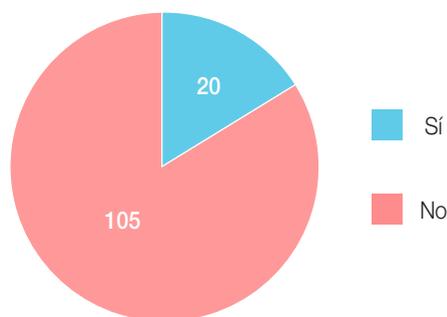


Figura 14. Desarrollo de recursos de realidad aumentada para la práctica docente

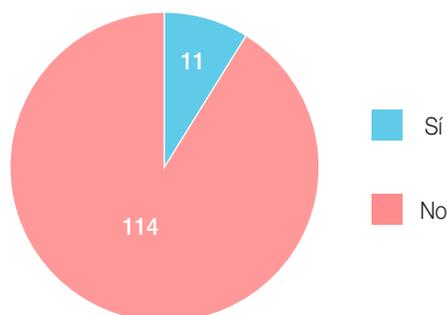
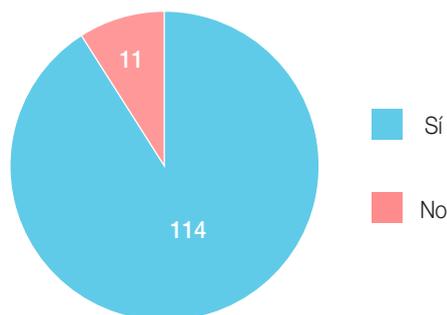


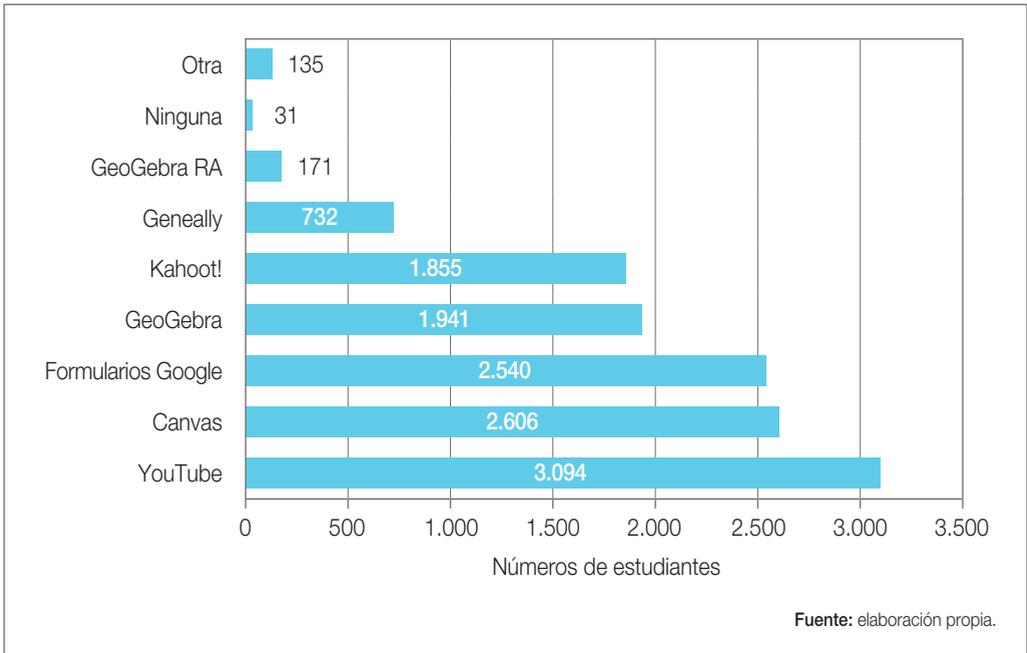
Figura 15. Pertinencia del uso de recursos de realidad aumentada en las estrategias de enseñanza-aprendizaje por parte de los docentes



Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, los recursos tecnológicos que los discentes utilizan en estrategias de aprendizaje son muy diversos, aunque, como se puede ver con bastante detalle en la figura 16, el vídeo es el recurso que más utilizan.

Figura 16. Herramientas utilizadas para las estrategias de aprendizaje por parte de los estudiantes

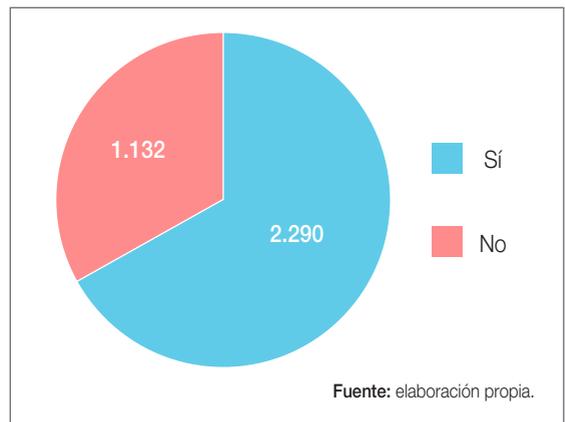


Anteriormente hemos podido observar que el conocimiento que tenían los docentes sobre la tecnología de realidad aumentada era escaso.

Igualmente, podemos afirmar que este fenómeno se repite en el caso de los estudiantes (véase figura 17).

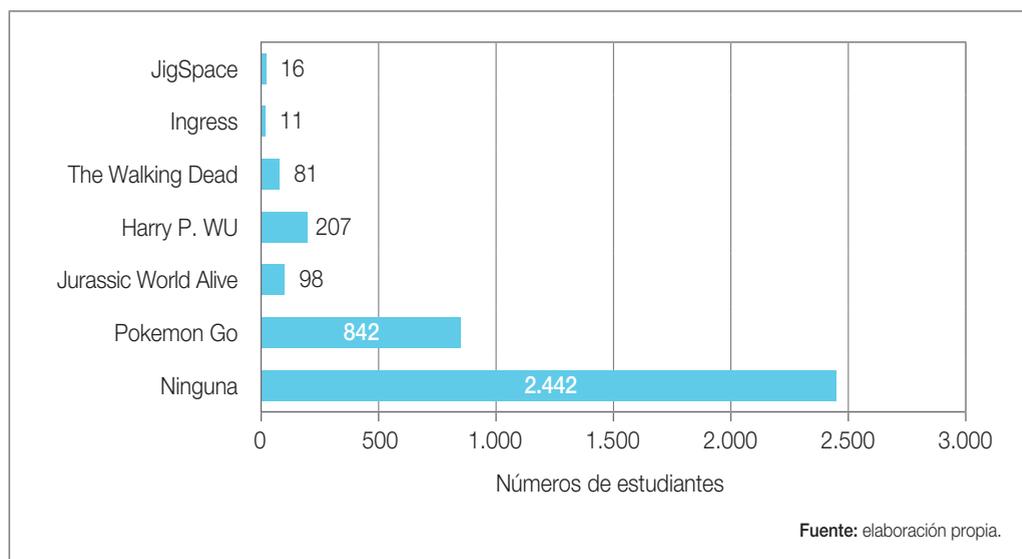
Docentes y estudiantes tienen la necesidad de integrar nuevas tecnologías con la finalidad de crear ecosistemas formativos

Figura 17. Conocimiento sobre la tecnología de realidad aumentada por parte de los estudiantes



En la figura 18 los datos obtenidos describen que un porcentaje de los alumnos encuestados en este estudio de investigación han sido expuestos al uso de aplicaciones desarrolladas mediante la tecnología de realidad aumentada.

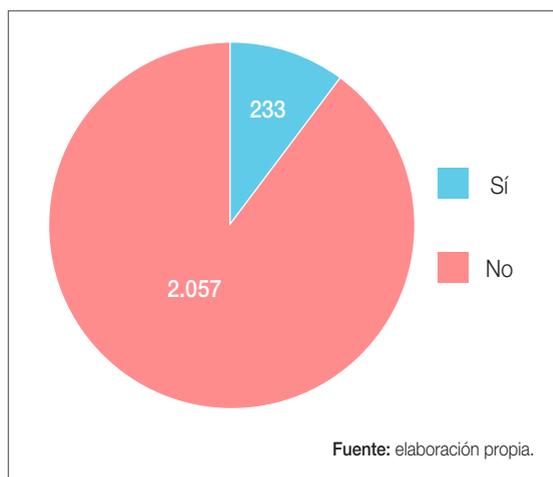
Figura 18. Herramientas de realidad aumentada para uso recreativo utilizadas por los estudiantes



A partir de la muestra de alumnos de la figura 17 que sí tenían conocimiento sobre la tecnología de realidad aumentada, se revela que son pocos los discentes de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro que sí utilizan esta tecnología en sus estrategias de estudio, comparados con los estudiantes que no la utilizan (véase figura 19).

Al cuestionar a la muestra de estudiantes de la figura 17 que sí tenían conocimiento sobre la tecnología de realidad aumentada sobre la integración de recursos de realidad aumentada por parte de sus docentes, se apreció que, según ellos, pocos imple-

Figura 19. Integración de recursos de realidad aumentada en las estrategias de aprendizaje por parte de los estudiantes



mentaban la tecnología descrita dentro de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro (véase figura 20). Finalmente, los encuestados del grupo mencionado anteriormente muestran interés por integrar los recursos de realidad aumentada en sus metodologías de aprendizaje (véase figura 21).

Figura 20. Uso de recursos de realidad aumentada por parte de los docentes según los estudiantes

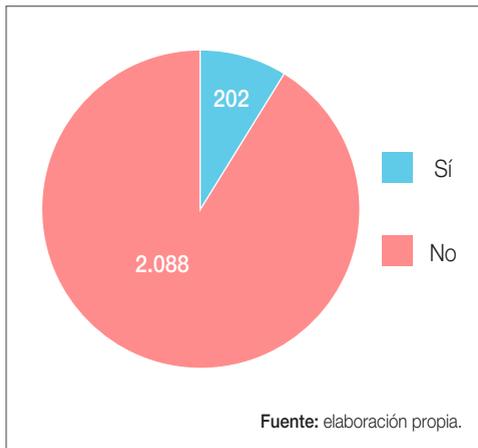
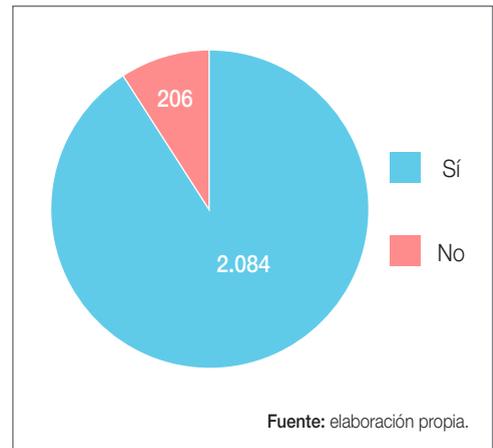


Figura 21. Opinión de los estudiantes sobre la pertinencia de la realidad aumentada en las estrategias de aprendizaje



6. Discusión

Se ha identificado que el recurso más usado por parte de docentes y estudiantes como apoyo de sus estrategias de enseñanza-aprendizaje es el videotutorial, ya que este permite presentar el contenido de estudio de manera dinámica y atractiva, y su diseño se justifica en fundamentos didáctico-pedagógicos (Rodríguez, 2018).

La pandemia ha conducido a la integración de recursos tecnológicos en las estrategias de enseñanza-aprendizaje, disminuyendo la brecha digital y fomentando una cultura tecnológica educativa en la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro, es decir, se ha logrado identificar el impacto positivo que pueden generar dichos recursos en la formación de los discentes.

Esto ha generado interés por parte de los docentes a la hora de ampliar su conocimiento en el uso y gestión de tecnologías emergentes. Muestra de ello es el gran número de cursos a los que los docentes de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro se han apuntado, tal como se muestra en la figura 3.

Docentes y alumnos tienen la necesidad de integrar nuevas tecnologías con la finalidad de crear ecosistemas formativos. En la actualidad, existe un amplio abanico de recursos multimedia, algunos más conocidos y usados que otros. Hoy en día, la tecnología de realidad aumentada se integra en el desarrollo de recursos para diferentes ámbitos de la vida. Un ejemplo de ello son los videojuegos o los medios digitales, entre otros. El uso de estas aplicaciones ha generado el interés por parte de sus usuarios para integrarlas en la docencia.

A pesar del interés de los docentes a la hora de integrar la tecnología de realidad aumentada como parte de sus prácticas de enseñanza, el desconocimiento de estos recursos y de su gestión por parte de la Administración conduce a que no se haga uso de ellos para lograr los objetivos definidos en sus cursos. Los alumnos también muestran este mismo interés por este tipo de tecnología, pero la realidad es que sus experiencias, en la mayoría de los casos, se limitan a aplicaciones de ocio y no cuentan con una formación adecuada en competencias digitales, como han evidenciado López-Belmonte *et al.* (2020) en su trabajo de investigación. En este mismo estudio se afirma que la integración de esta tecnología dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje permite crear experiencias innovadoras que orientan a la autogestión del estudio, además de aumentar la participación y motivación por parte del alumnado.

En relación con el conocimiento y uso de la tecnología de realidad aumentada por parte de docentes de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro se identifica que aquellos que no pertenecen a los ejes académicos de «matemáticas y razonamiento» o de «ciencias naturales y experimentales» usan escasamente esta tecnología. Lo anteriormente expuesto ocurre porque los docentes que pertenecen al resto de ejes académicos carecen de una formación tecnológica durante su formación académica, siendo un área de oportunidad para la formación de los profesores en la gestión de esta herramienta. Este fenómeno es visible en distintas investigaciones sobre realidad aumentada en la educación que están enfocadas en las áreas de matemáticas y ciencia y tecnología, como los trabajos de George-Reyes (2020) en matemáticas, de Ruiz Cerrillo (2020) en química orgánica o el de Mendoza Pérez *et al.* (2017) en robótica. Cabe recalcar que todas estas investigaciones citadas fueron desarrolladas en educación de nivel medio superior.

Además, es importante resaltar que el desconocimiento y la falta de capacitación en la tecnología de realidad aumentada por parte de los docentes se extiende a diversos campus, siendo las zonas rurales las más rezagadas, tal como se ha evidenciado en el trabajo de Olguín Montes (2018).

Se aprecia que la tecnología de realidad aumentada genera un amplio interés por parte de docentes y alumnos para crear experiencias de estudio cuyos productos y contenidos exijan la integración de la herramienta mencionada, ya que identifican la oportunidad de adentrarse en entornos dinámicos y atractivos para la formación académica. Desafortunadamente, en México existe una brecha digital significativa, sobre todo en la educación pública, siendo más marcadas estas carencias en las instituciones educativas de las zonas

rurales como demuestra el trabajo de López-Hernández *et al.* (2021), donde se muestran las dificultades de implementar dicha tecnología en este tipo de contexto.

Aunque dentro de la Universidad Autónoma de Querétaro se han realizado estudios orientados al uso de la tecnología de realidad aumentada, como el de Cruz-León (2019), ninguno está relacionado con estrategias didácticas a nivel medio superior. Por tal motivo se evidencia la oportunidad de indagar dentro de esta área en la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro.

7. Conclusión

La tecnología de realidad aumentada ayuda a fomentar prácticas docentes innovadoras que desarrollen en los alumnos competencias básicas para integrarse de manera participativa y favorable en los diferentes ámbitos de la sociedad, como son la reflexión, la toma de decisiones y la autogestión del aprendizaje. Como se ha mostrado en los resultados, se identifica un rezago tecnológico educativo por parte de la comunidad de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro; sin embargo, existe interés por disminuir esta brecha digital.

Por lo anterior, se propone crear un repositorio de objetos de aprendizaje con la finalidad de disminuir las problemáticas que presentan los estudiantes en algunos temas de estudio, como, por ejemplo, las matemáticas, que son una de las áreas donde los estudiantes presentan mayores dificultades. La herramienta propuesta integrará recursos de realidad aumentada como parte de aquellas estrategias de enseñanza que se diseñarán.

Referencias bibliográficas

- Abdinejad, M., Talaie, B., Qorbani, H. S. y Dalili, S. (2021). Student perceptions using augmented reality and 3D visualization technologies in Chemistry education. *Journal of Science Education and Technology*, 30, 87-96. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09880-2>
- Audesirk, T., Audesirk, G. y Byers, B. E. (2013). *Biología: la vida en la Tierra con fisiología*. Pearson Educación de México.
- Avila-Garzon, C., Bacca-Acosta, J., Kinshuk, Duarte, J. y Betancourt, J. (2021). Augmented reality in education: an overview of twenty-five years of research. *Contemporary Education Technology*, 13(3), 1-29. <https://doi.org/10.30935/cedtech/10865>
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Cabero Almenara, J. y Barroso Osuna, J. (Coords.). (2015). *La investigación en tecnología educativa: nuevos retos en tecnología educativa*. Síntesis.

- CIE-UAQ. (2021). *Información de alumnos por carrera, semestre y edad*. <https://planeacion.uaq.mx/uii/index.php/2020-2021/escuela-de-bachilleres/alumnos/por-programa-edad>
- Cruz-León, J. E., Guzmán Flores, T. y Arellano Vega, A. I. (2019). Realidad aumentada como herramienta educativa: aprendizaje de las matemáticas en la educación superior. *Memoria del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Oaxaca 2019*. México.
- Doerner, R., Broll, W., Jung, B., Grimm, P., Göbel, M. y Kruse, R. (2022). Introduction to virtual and augmented reality. En R. Doerner, W. Broll, P. Grimm y B. Jung (Eds.), *Virtual and Augmented Reality (VR/AR)* (pp. 1-37). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-79062-2_1
- García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. y Hernández Martín, A. (2013). *Recursos tecnológicos como instrumentos al servicio de la innovación educativa*. Síntesis.
- George-Reyes, C. E. (2020). Percepción de estudiantes de bachillerato sobre el uso de Metaverse en experiencias de aprendizaje de realidad aumentada en matemáticas. *Pixel-BIT. Revista de Medios y Educación*, 58, 143-159. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.74367>
- Hernández Martín, A. y Quintero Gallego, A. (2019). La integración de las TIC en el currículo: necesidades formativas e interés del profesorado. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 12(2), 103-119. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=217015206009>
- INEE. (2017). *Directrices para mejorar la permanencia escolar en la educación media superior*. México.
- Jaramillo-Henao, A. M., Silva-Bolívar, G. J., Adarve-Gómez, C. A., Velásquez-Restrepo, S. M., Páramo-Velásquez, C. A. y Gómez-Echeverry, L. L. (2018). Augmented reality applications in education to improve teaching-learning processes: a systematic review. *Revista Espacios*, 39(49), 1-15.
- Johnson, L., Levine, A., Smith, R. y Stone, S. (2010). Simple augmented reality. *The 2010 Horizon Report* (pp. 16-24). The New Media Consortium.
- Kayani, M. M., Akbar, R. A., Faisal, S., Kayani, A. y Ghuman, M. A. (2017). Analysis of socio-economic benefits of education in developing countries. *Bulletin of Education and Research*, 39(3), 75-92.
- López-Belmonte, J., Pozo, S., Fuentes, A. y Romero, J. M. (2020). Eficacia del aprendizaje mediante flipped learning con realidad aumentada en la educación sanitaria escolar. *Journal of Sport and Health Research*, 12(1), 64-79.
- López-Hernández, J. G., López-Morteo, G. A. y Justo-López A. C. (2021). Realidad aumentada como alternativa didáctica en escuelas públicas en zonas rurales y semiurbanas de San Quintín y Mexicali, México. *Tecnológicas*, 24(52), 1-22. <https://doi.org/10.22430/22565337.1939>
- Marín-Díaz, V. y Sampedro-Requena, B. E. (2020). La realidad aumentada en educación primaria desde la visión de los estudiantes. *Alteridad*, 15(1), 61-73. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.05>
- Mendoza Pérez, M., Cruz Flores, R. G., Villalba Hernández, A. A., Calderón Rodríguez, J. A. y Arreola Patiño, E. (2017). Aplicación de realidad aumentada para la enseñanza de la robótica. *Pistas Educativas*, 39, 340-353.
- Montecé-Mosquera, F., Verdesoto-Arguello, A., Montecé-Mosquera, C. y Caicedo-Camposano, C. (2017). Impacto de la realidad aumentada en la educación del siglo XXI. *European Scientific Journal*, 13(25), 129-137. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n25p129>

- Moro, C., Phelps, C., Redmond, P. y Stromberga, Z. (2020). HoloLens and mobile augmented reality in medical and health science education: a randomised controlled trial. *British Journal of Education Technology*, 52(2), 680-694. <https://doi.org/10.1111/bjet.13049>
- OHCHR. (1999). *General Comment No. 13: The Right to Education (article 13)*. U. N. Doc. E/CNA/1999/49. <https://www.ohchr.org/en/resources/educators/human-rights-education-training/d-general-comment-no-13-right-education-article-13-1999>
- Olguín Montes, J. A. (2018). *Plan de capacitación docente en competencias digitales para la licenciatura en Administración del campus Jalpan de la Universidad Autónoma de Querétaro en modalidad b-learning* (Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Querétaro). <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1194>
- Piscitelli Altomari, A. G. (2017). Realidad virtual y realidad aumentada en la educación, una instantánea nacional e internacional. *Economía Creativa*, 7, 34-65.
- Roa Contreras, A. Á. (2021). La educación a distancia en el nivel medio superior, una mirada a la realidad. *Acta Educativa Revista Universidad Abierta*, 4(1), 1-10.
- Rodríguez, J. (2018). *Enseñanza del álgebra a nivel medio superior en entornos virtuales de aprendizaje* (Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Querétaro).
- Ruiz Cerrillo, S. (2020). Realidad aumentada y aprendizaje en la química orgánica. *Apertura*, 12(1), 106-117. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v12n1.1853>
- SEP. (2012). *Reporte de la Encuesta Nacional de Deserción en la Educación Media Superior*. http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/10787/1/images/Anexo_6_Reporte_de_la_ENDEMS.pdf
- SEP. (2019). *La nueva escuela mexicana: principios y orientaciones pedagógicas*. <https://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/NEM%20principios%20y%20orientacio%C3%ADn%20pedagog%C3%ADgica.pdf>
- Severin, E. (2010). *Tecnologías de la información y la comunicación (TICs) en educación*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/handle/11319/3641>
- Sharma P. (2019). Digital revolution of education 4.0. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 9(2), 3.558-3.564. <https://doi.org/10.35940/ijeat.A1293.129219>
- Silverthorn, D., Jonhson, B., Ober, W., Ober, C., Impaglizzo, A. y Silverthorn, A. (2019). *Human Physiology: An Integrated Approach*. Pearson Education.
- Sousa-Ferreira, R., Campanari-Xavier, R. A., Rodrigues-Ancioto S. A. (2021). La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional. *Revista Científica General José María Córdova*, 19(33), 223-241. <http://dx.doi.org/10.21830/19006586.728>
- Sutherland, I. (1968). A head mounted three dimensional display. *Proceedings of the AFIPS Fall Joint Computer Conference* (pp. 757-764). Thompson Books.
- USEBEQ. (2021). *Resumen información estadística. Inicio ciclo 2020-2021*.
- Williams, P. J. (2009). Technological literacy: a multiliteracies approach for democracy. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(3), 237-254. <https://doi.org/10.1007/s10798-007-9046-0>



ANEXO

Herramienta para el estudiante

Aviso de privacidad	Acepto que los datos proporcionados en el cuestionario son verdaderos y que mi información sea utilizada por el Grupo Colegiado de la Escuela de Bachilleres de forma exclusiva para los fines de investigación.
Preguntas de la primera sección	1. Semestre:
	2. Plantel:
	3. Selecciona cuáles de las siguientes herramientas has utilizado para tu estudio: <ul style="list-style-type: none"> • Formularios de Google. • Genially. • Canvas. • GeoGebra Augmented Reality. • GeoGebra. • Vídeos de YouTube. • Kahoot! • Otro:
	4. ¿Has usado alguna de las siguientes aplicaciones? <ul style="list-style-type: none"> • Pokémon Go. • Harry Potter: Wizard Unite. • Ingresss. • Jurassic World Alive. • The Walking Dead Out World. • JigSpace.
	5. ¿Sabes qué es la realidad aumentada? <ul style="list-style-type: none"> • Sí • No
Preguntas de la segunda sección	Si respondiste que sí a la pregunta anterior:
	6. ¿Te gustaría utilizar recursos de realidad aumentada en tus clases? <ul style="list-style-type: none"> • Sí • No
	7. ¿Tus profesores o profesoras utilizan recursos de realidad aumentada como parte de sus clases? <ul style="list-style-type: none"> • Sí • No

Herramienta para el docente

Aviso de privacidad	Acepto que los datos proporcionados en el cuestionario son verdaderos y que mi información sea utilizada por el Grupo Colegiado de la Escuela de Bachilleres de forma exclusiva para los fines de investigación.
Preguntas de la primera sección	1. Plantel:
	2. Eje académico:



Herramienta para el docente	
Preguntas de la primera sección (cont.)	3. ¿Qué herramientas utilizabas en tu práctica docente antes de la pandemia?
	4. ¿Te has formado en los últimos dos años en el uso e implementación de recursos tecnológicos en las estrategias de enseñanza? • Sí • No
	5. De haber contestado afirmativamente, ¿cuántos cursos has realizado? • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 o más.
	6. Selecciona cuál de estas herramientas utilizas en tu práctica docente actualmente: • Formularios automatizados. • Presentaciones interactivas. • Vídeos tutoriales. • Diagramas. • Juegos interactivos. • Simuladores. • Otro:
	7. ¿Has usado alguna de las siguientes herramientas/aplicaciones dentro de tu práctica docente? • Augmented Class. • QBox Realidad Aumentada. • JigSpace. • AR Anatomy. • GeoGebra Augmented Reality. • Medición (App Store).
	8. ¿Has utilizado algunas de las siguientes herramientas para desarrollar recursos de estudio? • Unity, complementado con Vuforia. • Android Studio, complementado con Vuforia. • Metaio. • ZapWorks. • ZooBurst.
	9. ¿Sabes qué es la realidad aumentada? • Sí • No
	Si respondiste que sí a la pregunta anterior:
Preguntas de la segunda sección	10. ¿Crees pertinente el uso de la realidad aumentada en las estrategias de enseñanza-aprendizaje? • Sí • No
	11. ¿Has integrado recursos de realidad aumentada en tus estrategias de enseñanza? • Sí • No
	12. ¿Has desarrollado recursos de estudio de realidad aumentada? • Sí • No

Luis Alberto Soto Reyes. Maestría en Ciencias en Ingeniería Matemáticas y Licenciatura en Ingeniería Civil por la Universidad Autónoma de Querétaro (México). Actualmente, docente-investigador de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro en las asignaturas de Informática, Física y Matemáticas. Instructor de cursos sobre tecnología educativa dirigidos a los profesores de la misma unidad académica. Investigación en estrategias de aprendizaje en educación media superior. <https://orcid.org/0000-0002-6074-375X>

Alfredo Rodríguez-Cruz. Doctorado en Ciencias Químico Biológicas, maestría en Ciencias Químico Biológicas y licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo por la Universidad Autónoma de Querétaro (México). Actualmente, docente-investigador de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro en las asignaturas de Ciencias Naturales y Experimentales y Matemáticas. Investigación en enfermedades neurodegenerativas y en estrategias de aprendizaje en educación media superior. <https://orcid.org/0000-0003-3041-563X>

Rita Ochoa Cruz. Maestría en Ciencias de la Educación y licenciatura en Matemáticas Aplicadas. Actualmente, docente-investigadora de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro (México) en la asignatura de Matemáticas y secretaria académica, gestionando proyectos de calidad educativa. Investigación en el aprendizaje de las matemáticas en educación media superior. <https://orcid.org/0000-0003-1641-1181>

Jesus Mendiola-Precoma. Doctorado en Ciencias Químico Biológicas (2015-2019), maestría en Ciencias Químico Biológicas (2013-2015) y licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo (2008-2013) por la Universidad Autónoma de Querétaro (México). Desde 2017, es docente-investigador en la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro en asignaturas de los ejes académicos de Ciencias Naturales y Experimentales y Matemáticas. Desde 2021, es candidato a Investigador Nacional por el Sistema Nacional de Investigadores. Líneas de Investigación: relación de trastornos alimenticios con enfermedades neurodegenerativas y estrategias de aprendizaje en educación media superior. <https://orcid.org/0000-0002-7420-0211>

José Eduardo Rodríguez Guevara. Doctorado en Desarrollo de la Educación, maestría en Innovación en Entornos Virtuales de Enseñanza-Aprendizaje y licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales. Actualmente, docente-investigador de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro (México) en la asignatura de Matemáticas. Instructor de cursos sobre tecnología educativa dirigidos a los profesores de la misma unidad académica. Investigación en tecnología educativa en educación media superior. <https://orcid.org/0000-0002-4402-5598>

Zulma Yunue Cajiga Yañez. Maestría en Educación y licenciatura en Lenguas Modernas-Español. Actualmente, docente de la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro (México) en la asignatura de Lectura y Redacción. <https://orcid.org/0000-0002-6775-956X>

Contribución de autores. L. A. S. R., A. R.-C., R. O. C., J. M.-P., J. E. R. G. y Z. Y. C. Y. han participado a partes iguales en la elaboración de todos los apartados que constituyen este estudio de investigación.

Realidad aumentada en la educación superior: posibilidades y desafíos

Marta Montenegro-Rueda (autora de contacto)

Personal docente e investigador del Departamento de Didáctica y Organización Educativa de la Universidad de Sevilla (España)

mmontenegro1@us.es | <https://orcid.org/0000-0003-4733-289X>

José Fernández-Cerero

Asistente honorario del Departamento de Didáctica y Organización Educativa de la Universidad de Sevilla (España)

jfcerero@us.es | <https://orcid.org/0000-0002-2745-6986>

Extracto

En la actualidad, existe un creciente interés por el uso de la realidad aumentada en la educación. Así pues, este estudio, que examina sistemáticamente el uso de la realidad aumentada en la educación superior, tiene tres objetivos: (1) presentar una síntesis de la evidencia empírica disponible sobre el uso de la realidad aumentada en la educación superior, (2) identificar las posibilidades y los retos de la incorporación de estas tecnologías en las aulas universitarias y (3) determinar las tendencias y perspectivas futuras de la investigación sobre la realidad aumentada en la etapa universitaria. Este estudio utilizó un método de revisión sistemática. Doce artículos que cumplían con los criterios de selección especificados se analizaron sistemáticamente con el fin de responder al propósito del estudio. Los trabajos revisados sugieren que el uso de la realidad aumentada actúa como un elemento que mejora las experiencias de aprendizaje de los estudiantes universitarios (hombres y mujeres), sin embargo, esto no siempre es así, ya que hay estudios que han reportado limitaciones en su aplicación, como la falta de la formación del profesorado. Los resultados de la revisión se discuten en términos de sus implicaciones para futuras investigaciones y para mejorar la formación de los profesores universitarios en el uso de estas tecnologías.

Palabras clave: realidad aumentada; educación superior; tecnología educativa; revisión sistemática; posibilidades; desafíos; aprendizaje.

Recibido: 01-02-2022 | Aceptado: 02-06-2022 | Publicado: 07-09-2022

Cómo citar: Montenegro-Rueda, M. y Fernández-Cerero, J. (2022). Realidad aumentada en la educación superior: posibilidades y desafíos. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 95-114. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.858>



Augmented reality in higher education: possibilities and challenges

Marta Montenegro-Rueda (corresponding author)

Personal docente e investigador del Departamento de Didáctica y Organización Educativa de la Universidad de Sevilla (España)

mmontenegro1@us.es | <https://orcid.org/0000-0003-4733-289X>

José Fernández-Cerero

Asistente honorario del Departamento de Didáctica y Organización Educativa de la Universidad de Sevilla (España)

jfcerero@us.es | <https://orcid.org/0000-0002-2745-6986>

Abstract

Currently, there is a growing interest in the use of augmented reality in education. Thus, this study, which systematically examines the use of augmented reality in higher education, has three purposes: (1) to present a synthesis of the available empirical evidence on the use of augmented reality in higher education, (2) to identify the possibilities and challenges of incorporating these technologies in university classrooms, and (3) to determine future trends and prospects for research on augmented reality at the university stage. This study used a systematic review method. Twelve articles that met the specified selection criteria were systematically analysed in order to answer the purpose of the study. The studies reviewed suggest that the use of augmented reality acts as an element that enhances the learning experiences of university students (men and women), however, this is not always the case, as there are studies that have reported limitations in its application, such as the lack of teacher training. The results of the review are discussed in terms of their implications for future research and for improving the training of university teachers in the use of these technologies.

Keywords: augmented reality; higher education; educational technology; systematic review; possibilities; challenges; learning.

Received: 01-02-2022 | Accepted: 02-06-2022 | Published: 07-09-2022

Citation: Montenegro-Rueda, M. and Fernández-Cerero, J. (2022). Augmented reality in higher education: possibilities and challenges. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 95-114. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.858>



Sumario

1. Introducción
 2. Conceptualización
 3. Realidad aumentada en la educación superior
 4. Método
 5. Resultados
 - 5.1. Descriptores del estudio
 - 5.2. Método de evaluación
 - 5.3. Contenido del estudio
 6. Discusión
 7. Conclusiones
 - 7.1. Limitaciones
 - 7.2. Líneas de investigación futuras
- Referencias bibliográficas

Nota: esta publicación forma parte del proyecto I+D+i, PID2019-108230RB-I00, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y la Agencia Estatal de Investigación (MCIN/AEI/10.13039/501100011033). Por otra parte, los autores del artículo declaran que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este estudio 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

Vivimos sometidos a continuos avances tecnológicos que hacen que nuestras vidas estén subordinadas cada vez más a la influencia de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (Kali *et al.*, 2019). Dicha revolución digital en la educación condiciona lo que sabemos y cómo lo aprendemos, relacionándolo con la necesidad de un nuevo planteamiento educativo y de adquirir nuevas competencias, con la idea de incorporar estos recursos en el proceso de formación (Engen, 2019). En consecuencia, este contexto de revolución digital exige a las instituciones educativas, especialmente a la educación superior, una continua adaptación, pues las relaciones que se establecen entre la enseñanza y la tecnología constituyen cada vez más un criterio de calidad educativa. El uso que se realice de dicha tecnología va a venir determinado, en gran medida, por la capacidad y formación que tengan los docentes en dichos recursos. Los cambios tecnológicos de la sociedad de la información y la comunicación revelan, por tanto, la necesidad de preparar y capacitar al profesorado universitario en competencias digitales. En este contexto, junto a las transformaciones mencionadas, están apareciendo un amplio abanico de tecnologías que están teniendo un gran impacto en la educación (Pacheco Cortés e Infante Moro, 2020). Una de estas tecnologías es, sin lugar a duda, la realidad aumentada. Autores como Cabero-Almenara, Barroso-Osuna, Llorente-Cejudo y Fernández Martínez (2019) sostienen que esta puede aportar un gran impacto en escenarios didácticos debido a sus propias características dentro del conjunto de las llamadas «tecnologías emergentes». Asimismo, esta tecnología aumentada posibilita la creación de nuevos entornos inmersivos e interactivos de aprendizaje (Cabero Almenara *et al.*, 2020).

Esta tecnología aumentada posibilita la creación de nuevos entornos inmersivos e interactivos de aprendizaje

Tomando en consideración las premisas anteriores, las tecnologías emergentes y los nuevos contextos educativos, el trabajo que presentamos tiene por objetivo evaluar, mediante diferentes variables, tanto bibliométricas como temáticas, el uso de esta tecnología (realidad aumentada) con el fin de:

- Presentar una síntesis de la literatura disponible sobre el uso de la realidad aumentada en la educación superior.
- Identificar los retos y las oportunidades de la incorporación de esta herramienta en las aulas universitarias.
- Determinar las tendencias y perspectivas futuras de investigación sobre la realidad aumentada.

En esencia, estas preguntas forman parte del proceso de investigación:

- ¿Cuál es el impacto de la realidad aumentada en los estudiantes universitarios?
- ¿Es la realidad aumentada una herramienta eficaz para la enseñanza universitaria?

Consideramos que este trabajo es necesario por diferentes razones. En primer lugar, contribuye a aumentar el campo de conocimiento en relación con la realidad aumentada y la capacitación docente en la educación superior. En segundo lugar, la información obtenida contribuye a comprender mejor la estructura de conocimiento del dominio científico de la realidad aumentada y la educación mediante el análisis de estudios publicados en revistas de alto impacto; de este modo, mediante la identificación de las líneas de investigación y sus interconexiones, a partir de la información obtenida de las bases de datos analizadas, se favorecerá la comprensión de dicha estructura de conocimiento. Y, por último, el conocimiento de la producción científica analizada permitirá conocer el desarrollo y la evolución de esta tecnología emergente, contribuyendo de manera eficaz a su introducción en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la educación superior.

2. Conceptualización

Cuando hablamos de «realidad aumentada» nos situamos en una tecnología que está siendo aplicada en diferentes ámbitos de la sociedad, desde la divulgación, los juegos y la propia industria hasta, por su puesto, en el contexto educativo (Akçayır y Akçayır, 2017; Tecnológico de Monterrey, 2017). La tecnología de realidad aumentada constituye una mezcla de información física y digital en tiempo real mediante distintos soportes tecnológicos, como pueden ser *tablets* o *smartphones*, para crear de esta forma una nueva realidad (Cabeiro Almenara y García Jiménez, 2016).

La mezcla o combinación de estas dos realidades (digital y física) puede ser implementada en diferentes niveles, que van desde la utilización de los llamados «códigos QR», el uso de imágenes, la utilización de objetos en 3D, la movilización de coordenadas mediante GPS (*global positioning system*/sistema de posicionamiento global) o las huellas termales (Schmalstieg y Höllere, 2016).

Autores como Wojciechowski y Cellary (2013) clasifican los sistemas de realidad aumentada en dos; por un lado, aquellos que se basan en la ubicación y, por otro lado, los que se basan en imágenes. Los primeros utilizan los datos sobre la posición de los dispositivos móviles, determinados por el GPS o por sistemas de posicionamiento basados en wifi, etc. Sin embargo, la realidad aumentada basada en imágenes se centra en técnicas de reconocimiento de imágenes en sus características naturales, utilizadas para reconocer la misma imagen desde distintas distancias, posiciones u orientaciones (Wojciechowski y Cellary, 2013).

En esta línea, diversos autores establecen los siguientes niveles de clasificación de la realidad aumentada, dependiendo de la interactividad (Fombona Cadavieco *et al.*, 2012; De la Horra, 2017; Lens-Fitzgerald, 2009):

- **Nivel 0.** Códigos QR. Son hiperenlaces que se ubican en la web y nos aportan información en forma de texto, sonido, etc.
- **Nivel 1.** Realidad aumentada con marcadores. Las imágenes son su base y estas son utilizadas como nexo para la obtención del elemento aumentado.
- **Nivel 2.** Corresponde a este estadio la «realidad aumentada geolocalizada». Esta tecnología permite crear realidad aumentada en situaciones concretas.
- **Nivel 3.** Nivel que contienen los dispositivos HDM para crear la realidad aumentada. Un ejemplo de ello son dispositivos como las HoloLens.

Otros autores añaden un nuevo nivel en el estudio de la realidad aumentada, constituido por la llamada «cognición aumentada» (Schmorrow *et al.*, 2006). Esta radica en el establecimiento de nuevos modelos de interacción entre los humanos y las computadoras. Se trata de una línea de investigación con un gran componente inclusivo, pues puede servir de apoyo para las personas con discapacidad o con problemas de comunicación.

3. Realidad aumentada en la educación superior

La realidad aumentada constituye un recurso tecnológico muy importante en la educación superior. Dicha importancia viene determinada por las propias características específicas que ofrece esta tecnología, la cual es un complemento a los recursos tradicionales. Por una parte, es una tecnología interactiva y de fácil administración, y mediante su utilización aportamos información adicional (Cabero Almenara y García Jiménez, 2016). Por otra parte, los dispositivos que se utilizan son comunes entre los estudiantes y a la vez son ampliamente aceptados (*smartphone*) (Yáñez-Luna y Arias-Oliva, 2018). Se diferencia de la realidad mixta y de la virtual en que los alrededores y los objetos virtuales son visibles (Brigham, 2017). Tal y como afirma Azuma (1997), la realidad aumentada permite completar la realidad sin sustituirla, al contrario que la realidad virtual, que sumerge al individuo en un mundo no real en el que no puede ver el mundo que le rodea.

Son abundantes los estudios (Johnson *et al.*, 2016) y autores (Cabero-Almenara, Barroso-Osuna, Llorente-Cejudo y Fernández Martínez, 2019; Leiva Olivenza y Moreno Martínez, 2015; Martínez Pérez *et al.*, 2021) que manifiestan la gran importancia de esta tecnología en educación. La realidad aumentada se va introduciendo en todos los niveles educativos y, como afirman Bacca *et al.* (2014), las áreas donde se ha realizado un mayor uso de esta tecnología son las ciencias, las humanidades y el arte. Por el contrario, entre las de menor

uso se encuentran las ciencias de la salud, la agricultura y la educación, especialmente en el ámbito de la formación del profesorado. Es en los niveles obligatorios de enseñanza y en la educación superior donde mayor uso se le ha dado a la realidad aumentada. Las etapas de educación infantil y formación profesional, las que menos.

A raíz de lo anterior, podemos decir que el uso de la realidad aumentada en educación ofrece diferentes posibilidades en su implementación, como son:

- Suprimir contenidos en forma de información que pueda entorpecer la asimilación de información significativa por el alumnado.
- Aumentar o enriquecer la información de la realidad para que el alumno pueda asimilarla de forma eficiente.
- Observación de un determinado objeto desde diferentes perspectivas, seleccionando, el propio estudiante, la posición de observación y el momento adecuado.
- Fortalecer el llamado «aprendizaje ubicuo».
- Crear simuladores en forma de escenarios «artificiales» que sean seguros para los alumnos.
- Enriquecer información adicional para los alumnos en diferentes soportes.
- Convertir a los alumnos en «proconsumidores» de objetos de aprendizaje en formato realidad aumentada.
- Usar la llamada metodología *flipped classroom*.
- Incrementar el aprendizaje informal.
- Potenciar, desarrollar y crear escenarios y contextos inclusivos (Martínez Pérez, 2020), y beneficiar determinadas capacidades y habilidades en contextos inclusivos (Blas Padilla *et al.*, 2019).

Todas estas posibilidades que presenta la realidad aumentada pueden ser incorporadas tanto en distintas disciplinas (ciencias, salud, agricultura, etc.) como en diferentes niveles educativos (Akçayır y Akçayır, 2017). Debemos matizar que actualmente es en la formación universitaria donde su uso es más frecuente (Cabero-Almenara, Fernández-Batanero y Barroso-Osuna, 2019).

A pesar de la escasez de estudios sobre su uso en la educación superior, se evidencia que su aplicación deja huella en la educación (Alkhatabi, 2017; Cabero-Almenara, Fernández-Batanero y Barroso-Osuna, 2019). Los estudios realizados han puesto de manifiesto algunos beneficios, como son las actitudes favorables hacia ella por parte de los estudiantes o su gran poder de motivación (Kamarainen *et al.*, 2013). Asimismo, se ha puesto de manifiesto también su capacidad para favorecer la creación de contextos de corte constructivista de

formación (Wojciechowski y Cellary, 2013) y de contextos realistas de aprendizaje (Alkhattabi, 2017). Por otro lado, también favorecen la creación de entornos activos de enseñanza (Akçayır y Akçayır, 2017; Cheng, 2017), despertando un elevado grado de satisfacción y actitudes positivas en los alumnos (Cheng, 2017; Díaz Noguera *et al.*, 2017; Marín Díaz, 2017). Por último, se ha puesto también de manifiesto su poder para la mejora de los resultados de aprendizajes (Cabero Almerana y Barroso Osuna, 2018).

Por lo que se refiere a sus limitaciones, nos encontramos con las siguientes: escasez de prácticas educativas debido a su novedad, lo cual nos lleva a una falta de reflexión teórica; escasez de materiales educativos producidos; restringida formación del profesorado; y escasos estudios (Aguayo *et al.*, 2017; Saidin *et al.*, 2015).

A pesar de los beneficios que aportan estas tecnologías en el ámbito de la educación superior, debemos tener en cuenta que no surtirá efecto su inclusión sin previamente haber realizado un diseño del proceso de enseñanza-aprendizaje que esté adaptado al contexto y que tenga en cuenta al profesorado. En un estudio reciente (Martínez Pérez *et al.*, 2021) se pone de manifiesto la importancia de que el profesorado de educación superior esté capacitado y formado, y sea conocedor del dominio comunicativo y motivador de estas tecnologías para la creación de materiales por parte del propio estudiante. En definitiva, son necesarios docentes con capacidad de organización y planificación, al mismo tiempo que estén dotados para motivar al alumnado, de forma que favorezcan aprendizajes adaptados a las necesidades actuales.

4. Método

Este estudio realiza una revisión sistemática con la finalidad de dar respuesta a los objetivos planteados mediante el análisis de la literatura disponible. Para ello, se han seguido las directrices propuestas por Kitchenham (2004), adaptadas a este estudio, abarcando las siguientes etapas durante la realización de la revisión:

Etapa I. Planteamiento de las preguntas de investigación

Dada la relevancia del uso de la realidad aumentada en la educación, se considera necesario obtener una visión general del impacto de su uso en la educación superior. En este contexto, las preguntas de investigación que aborda esta revisión son:

- P1. ¿Cuál es el impacto de la realidad aumentada en los estudiantes universitarios?
- P2. ¿Es la realidad aumentada una herramienta eficaz para la enseñanza universitaria?





Etapa II. Estrategia de búsqueda

En esta etapa se han realizado búsquedas en la base de datos electrónica Web of Science (WoS) dada su relevancia en el mundo académico. Además, se han realizado búsquedas, de forma manual, en las listas de referencias de los artículos recuperados. Para realizar la revisión se han seguido las recomendaciones de PRISMA (*preferred reporting items for systemic reviews and meta-analyses*) (Moher *et al.*, 2009).

La revisión comenzó con la búsqueda preliminar de la siguiente estrategia de búsqueda (realidad aumentada) y (educación superior) en el campo de búsqueda *topic* de la base de datos seleccionada en el periodo 2017-2021 (últimos 5 años). Un total de 1.226 documentos fueron devueltos por la base de datos en la primera búsqueda. La búsqueda se realizó en enero de 2022.

Etapa III. Criterios de elegibilidad

Teniendo en cuenta las preguntas de investigación, se definieron los siguientes criterios de elegibilidad para determinar qué estudios se seleccionarían en la revisión:

- Criterios de inclusión (CI):
 - CI1. Estudios publicados entre 2017 y 2021 (investigación de los últimos 5 años).
 - CI2. Artículos científicos publicados en revistas revisadas por pares.
 - CI3. Estudios que presentaban una evaluación cuantitativa o cualitativa del aprendizaje mediante realidad aumentada.
 - CI4. Estudios que describen el uso de la realidad aumentada en un contexto universitario.
- Criterios de exclusión (CE):
 - CE1. Estudios no identificados como «artículos» en la base de datos seleccionada.
 - CE2. Estudios que no proporcionan una evaluación cuantitativa o cualitativa del aprendizaje mediante realidad aumentada.
 - CE3. Estudios que mencionan realidad aumentada, pero no en la educación superior.

Etapa IV. Proceso de búsqueda

El proceso de búsqueda de datos se dividió en cuatro fases:

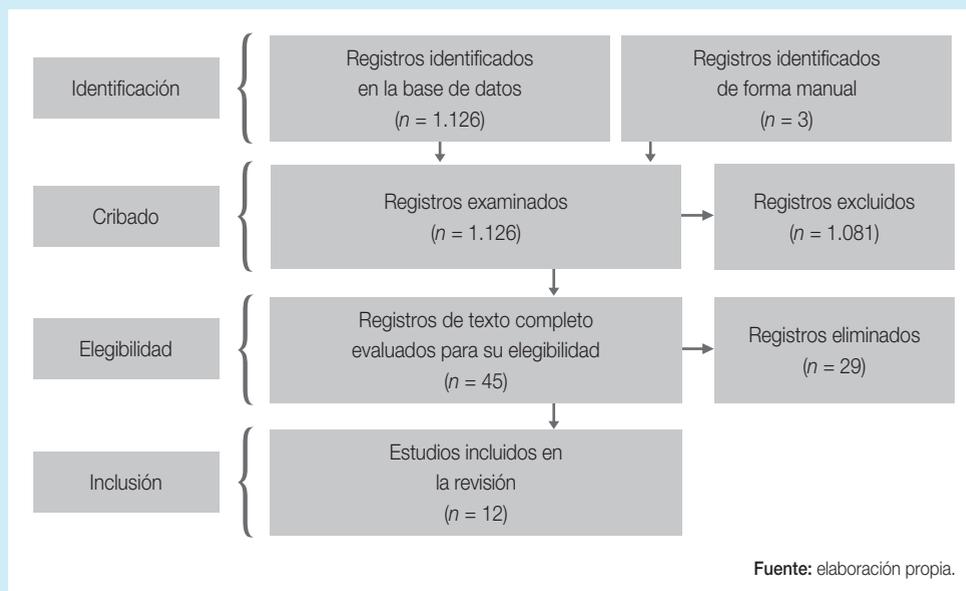
- Identificación.
- Cribado.
- Elegibilidad.
- Inclusión.

Tras identificar 1.126 documentos en la fase de identificación se aplicaron los criterios de inclusión. Además, se añadieron tres estudios de forma manual tras la revisión de las referencias de los estudios recuperados. De este modo, durante la fase de cribado, se excluyeron 1.081 documentos que no cumplían



con los criterios de inclusión. Durante la fase de idoneidad, los 45 documentos restantes fueron revisados a texto completo y, atendiendo a los criterios de exclusión establecidos, se eliminaron 15 documentos. Finalmente, en la fase de inclusión, se recogen las 12 publicaciones seleccionadas (véase figura I).

Figura I. Diagrama de flujo PRISMA



Etapa V. Categorías para el análisis

En este paso definimos las categorías de análisis según las preguntas de investigación. Las categorías nos permitirán agrupar los estudios según sus características (véase cuadro I).

Cuadro I. Categorías para el análisis

Pregunta de investigación	Categorías para el análisis
P1. ¿Cuál es el impacto de la realidad aumentada en los estudiantes universitarios?	Posibilidades de la realidad aumentada Desafíos de la realidad aumentada.
P2. ¿Es la realidad aumentada una herramienta eficaz para la enseñanza universitaria?	Efectividad de la realidad aumentada. Métodos de evaluación.

Fuente: elaboración propia.

Etapa VI. Extracción de datos

Las categorías para el análisis se aplicaron con el fin de extraer la información relevante de cada papel. Como ayuda para el lector, el cuadro II proporciona un resumen de los artículos de investigación revisados. Para cada artículo, se muestran los siguientes atributos:

- Artículo: referencia del artículo.
- Tema: contenido que el profesorado quería enseñar a través de la realidad aumentada.
- Muestra: tamaño.
- Método: tipo de metodología utilizada en el estudio para la evaluación del aprendizaje.
- Hallazgos principales: resumen de los resultados principales del estudio.

Cuadro II. **Características de los artículos y principales hallazgos**

Artículo	Tema	Muestra	Método	Hallazgos
Ozdamli y Hursen (2017).	Tecnología.	62 estudiantes.	Mixto.	Habilidades de pensamiento crítico y reflexivo. Habilidades de aprendizaje.
Marín Díaz (2017).	Aplicaciones didácticas.	81 estudiantes.	Mixto.	Potencia la creatividad. Mejora la comunicación.
Moreno Martínez y Leiva Olivencia (2017).	Didáctica general.	105 estudiantes.	Cuantitativo.	Adquisición de destrezas.
Cabero Almenara y Barroso Osuna (2018).	Tecnología.	302 estudiantes	Cuantitativo.	Beneficia el proceso de aprendizaje. Favorece la motivación.
Fernández Robles (2018).	Tecnología.	134 estudiantes.	Cuantitativo.	Habilidades de aprendizaje. Favorece la motivación.
Blas Padilla <i>et al.</i> (2019).	Tecnología y educación social.	231 estudiantes.	Cuantitativo.	Beneficia el proceso de aprendizaje. Favorece la motivación.
Cai <i>et al.</i> (2019.)	Matemáticas.	101 estudiantes.	Cuantitativo.	Mayor eficacia. Favorece la atención.
Poce <i>et al.</i> (2019).	Museo en la universidad	14 estudiantes.	Cuantitativo.	Habilidades de pensamiento crítico y reflexivo.



Artículo	Tema	Muestra	Método	Hallazgos
Cabero Almenara <i>et al.</i> (2020).	Tecnología.	236 estudiantes.	Cualitativo.	Favorece el trabajo colaborativo. Dinamiza espacios motivadores.
Durak <i>et al.</i> (2020).	Arqueología.	19 estudiantes.	Cualitativo.	Enriquece las experiencias de aprendizaje.
Martínez Pérez <i>et al.</i> (2021).	Tecnología.	186 estudiantes.	Mixto.	Adquisición de competencias.
Elfeky y Elbaly (2021).	Diseño de moda.	54 estudiantes.	Cuantitativo.	Habilidades de aprendizaje. Éxito académico.

Fuente: elaboración propia.

5. Resultados

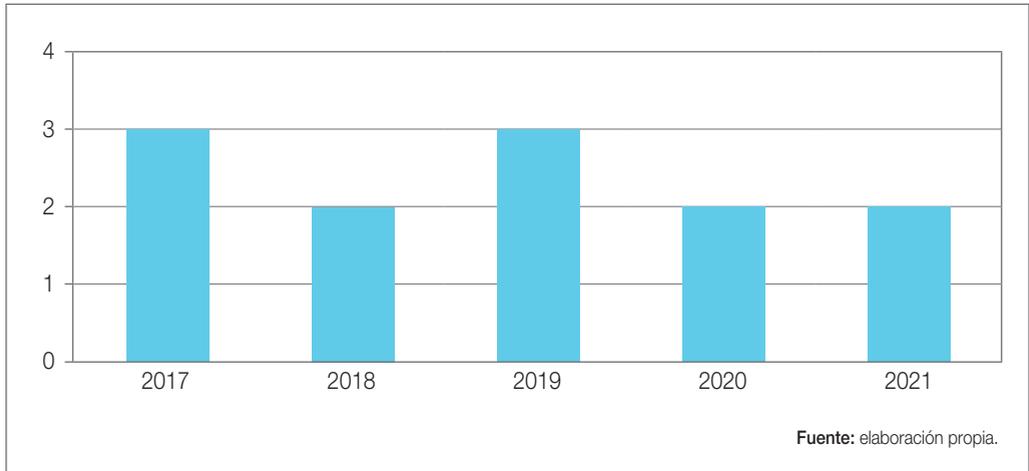
En esta sección se describen los resultados del análisis de los 12 estudios seleccionados durante el proceso de revisión, atendiendo a los siguientes indicadores de investigación: descriptores del estudio (año de publicación), método de evaluación (método utilizado para evaluar los aprendizajes mediante realidad aumentada) y contenido del estudio (ventajas y limitaciones de la realidad aumentada). La selección de estos descriptores se determinó en función de las preguntas de investigación planteadas en la revisión.

5.1. Descriptores del estudio

Una vez realizada la revisión, y atendiendo a los criterios de búsqueda, se seleccionaron 12 artículos desde el año 2017 hasta el 2021. Con antelación al análisis de su contenido, se clasificaron según su año de publicación. Como podemos observar en la figura 1, ha habido un crecimiento en la publicación de artículos científicos en los últimos cinco años en el campo de estudio.

Atendiendo al año de publicación de los estudios considerados encontramos que el número de estudios sobre realidad aumentada en educación superior está aumentando progresivamente durante los últimos cinco años. Se debe tener en cuenta el impacto causado en la educación por la COVID-19, ya que, desde 2020, puede haber afectado a las prácticas educativas.

Figura 1. Número de estudios publicados por año de publicación



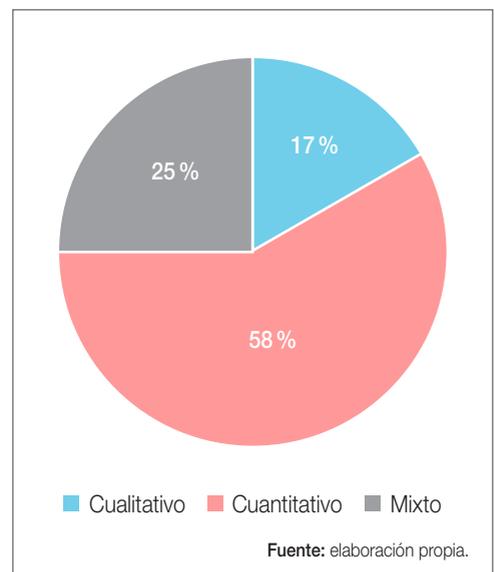
5.2. Método de evaluación

Uno de los objetivos relevantes de este estudio es conocer cómo se han evaluado las intervenciones con realidad aumentada en la educación superior con el fin de analizar la efectividad de estas estrategias en el ámbito universitario. Se han diferenciados tres categorías:

- **Cuantitativo.** Experiencias evaluadas a través de cuestionarios.
- **Cualitativo.** Experiencias evaluadas a través de entrevistas.
- **Mixto.** Experiencias evaluadas utilizando tanto cuestionarios como entrevistas.

Como se puede observar claramente en la figura 2, destacan las publicaciones que evaluaron sus intervenciones a través de cuestionarios. En el lado opuesto, se observan pocas investigaciones que hayan evaluado sus aprendizajes mediante entrevistas. En una posición central, se encuentran los estudios que han empleado una evaluación mediante cuestionarios y entrevistas.

Figura 2. Clasificación de los estudios según el método de evaluación utilizado



5.3. Contenido del estudio

En este apartado se revisa el contenido de los 12 estudios seleccionados. El objetivo principal es delimitar las posibilidades y los desafíos del uso de la realidad aumentada en la educación superior.

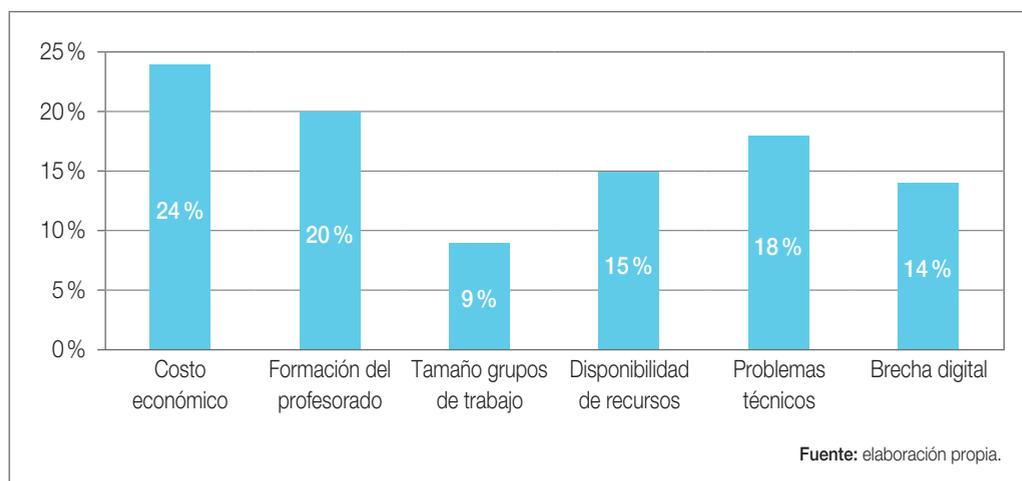
Tras el análisis de los estudios podemos sintetizar que la aplicación de la realidad aumentada en las intervenciones en educación superior supone numerosas ventajas para el alumnado, entre las que podemos encontrar las siguientes:

- Permite la adquisición de habilidades y destrezas de aprendizaje (23 %).
- Mejora la competencia digital del alumnado (20 %).
- Aumenta la atención (16 %) y la comunicación (14 %).
- Favorece la motivación (11 %), el trabajo colaborativo y la participación social (8 %).
- Potencia la creatividad (5 %) y la adquisición de habilidades de pensamiento crítico y reflexivo (3 %).

Entre los desafíos de la implementación de las tecnologías de realidad aumentada en la educación superior podemos destacar los siguientes aspectos (véase figura 3):

- La inversión económica que supone para las instituciones universitarias (24 %).
- El nivel de formación del profesorado universitario en realidad aumentada (20 %).

Figura 3. Limitaciones de la realidad aumentada en la educación superior



6. Discusión

En esta sección se discuten los resultados de la revisión sistemática en un intento de responder a las preguntas de investigación planteadas. El interés sobre la investigación de la realidad aumentada está incrementándose en los últimos años, sin embargo, atendiendo a los hallazgos obtenidos, podemos determinar que la realidad aumentada es un tema emergente en la educación superior que se encuentra en una fase inicial (Bacca *et al.*, 2014; Wu *et al.*, 2013), por lo que se destaca la necesidad de abordar más investigaciones sobre el uso de la realidad aumentada en la etapa universitaria para descubrir sus posibilidades.

P1. ¿Cuál es el impacto de la realidad aumentada en los estudiantes universitarios?

Si bien existe un interés creciente en el uso de las tecnologías de realidad aumentada en la educación, debido a su gran potencial en el aprendizaje del alumnado, su aplicación en la educación superior sigue siendo una tendencia emergente (Bacca *et al.*, 2014; Elfeky y Elbyaly, 2021).

Los resultados del estudio indican que las tecnologías de realidad aumentada tienen un impacto positivo en la educación superior. Los estudiantes expresan que usar las tecnologías de realidad aumentada resulta muy atractivo porque son muy fáciles de utilizar (Blas Padilla *et al.*, 2019; Martínez Pérez *et al.*, 2021), a la vez que fomentan la adquisición de habilidades y destrezas cognitivas y facilitan el aprendizaje.

El estudio permite mostrar que las experiencias con la tecnología de realidad aumentada aumentan la motivación y el interés mostrado por los alumnos (Cabero Almenara y Barroso Osuna, 2018); hallazgos coincidentes con otros estudios realizados anteriormente (Cabero-Almenara, Fernández-Batanero y Barroso-Osuna, 2019; Cózar Gutiérrez *et al.*, 2015). A pesar de la adquisición de competencias, el uso de esta tecnología ofrece escenarios que favorecen la comunicación y el trabajo cooperativo en la educación superior (Moreno Martínez y Leiva Olivencia, 2017).

En esta línea, podemos afirmar las grandes posibilidades que tiene la realidad aumentada en el desarrollo del proceso de aprendizaje en la educación superior, destacando, además, el desarrollo de la creatividad y los niveles de pensamiento crítico cuando se implementa con tareas de aprendizaje reflexivo (Marín Díaz, 2017; Poce *et al.*, 2019).

Sin embargo, cuando se analizan los hallazgos relativos a los desafíos experimentados mediante la implementación de realidad aumentada en la educación superior, se revela sobre todo el costo académico como una de las barreras principales. Los centros universitarios deben hacer una gran inversión para garantizar el acceso a las tecnologías en sus aulas, aspectos que pueden aumentar la brecha digital entre los estudiantes con menos recursos económicos (Cabero Almenara *et al.*, 2020). Asimismo, para una adecuada implementación

de estas tecnologías con el alumnado universitario se requiere una adecuada formación por parte del profesorado (Martínez Pérez *et al.*, 2021). Estos aspectos están directamente relacionados con el número de alumnos por profesor. La subida de la ratio de alumnos por aula, en los diferentes niveles educativos, dificulta la posibilidad de aprovechar los recursos disponibles. Entre otros problemas se encuentran los de carácter técnico, como la conexión a internet o la mala calidad de la cámara (Ozdamli y Hursen, 2017), lo que dificulta las experiencias con estas tecnologías.

P2. ¿Es la realidad aumentada una herramienta eficaz para la enseñanza universitaria?

El análisis de los estudios que utilizan realidad aumentada con el alumnado universitario nos permite aseverar que la utilización de esta tecnología despierta verdadero interés entre los estudiantes y genera un gran impacto en su aprendizaje, aspectos corroborados por diferentes estudios analizados (Blas Padilla *et al.*, 2019; Cabero Almenara *et al.*, 2020; Martínez Pérez *et al.*, 2021). Las investigaciones apoyan el uso de la realidad aumentada en entornos de educación superior para aumentar el rendimiento académico, principalmente, en las disciplinas académicas relacionadas con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (*science, technology, engineering y mathematics* [STEM]) (Cai *et al.*, 2019; Mystakidis *et al.*, 2021).

Sin embargo, aunque su uso pueda tener un gran potencial en el proceso de aprendizaje del alumnado (Cabero Almenara y Barroso Osuna, 2018), antes de aplicar estas herramientas educativas emergentes, se considera necesario que el profesorado sepa exactamente cómo funcionan. Estos resultados los respaldan autores como Thomas y Chinnappan (2008), que afirman que solo se obtendrán beneficios significativos si la tecnología es utilizada de forma eficaz por los docentes y está adaptada a las necesidades educativas de los estudiantes.

Respondiendo así a la pregunta planteada, podemos afirmar que la realidad aumentada tiene mucho potencial para ayudar en la enseñanza universitaria. No obstante, la ganancia no está garantizada por la simple acción de aplicar la realidad aumentada, sino que, a pesar de este incremento, debemos superar las limitaciones, citadas anteriormente, que pueden determinar los resultados.

7. Conclusiones

Este estudio presenta una revisión de la literatura publicada en los últimos cinco años sobre el uso de la realidad aumentada con la finalidad de identificar el potencial de esta herramienta en las aulas universitarias, sintetizando los aspectos relevantes e indicando futuras investigaciones y perspectivas.

Podríamos haber tenido más artículos que contribuyeran a la discusión de la efectividad de la realidad aumentada en la educación superior, pero, sin embargo, no presentaban una evaluación cuantitativa o cualitativa de los aprendizajes de los estudiantes mediante realidad aumentada, por lo que fueron rechazados. La evidencia empírica para respaldar la efectividad de la realidad aumentada es aún bastante limitada. Sin embargo, se presenta un panorama próximo positivo. Para su implementación futura, es necesario tener presente la formación del profesorado. Es decir, la capacitación del profesorado universitario en realidad aumentada es necesaria para que puedan llevar a cabo su implementación de forma eficaz. Pero no es suficiente solo con esta capacitación, sino que también es necesaria una inversión económica para la adquisición de dichas tecnologías por parte de las instituciones universitarias.

El uso de estas tecnologías permitirá avanzar hacia una educación superior más digitalizada y de calidad, incorporando tecnologías emergentes que hagan más atractivo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se espera que el estudio proporcione elementos útiles para el profesorado y los investigadores en el contexto universitario.

7.1. Limitaciones

Cabe señalar que este estudio se basó en el análisis de 12 artículos seleccionados mediante unos criterios de búsqueda específicos en una única base de datos (WoS). Otros criterios de búsqueda y añadir otras bases de datos habrían producido más artículos para analizar.

7.2. Líneas de investigación futuras

En la investigación futura se sugiere, por un lado, la necesidad de trabajar en diferentes direcciones: aumentar el número de experiencias con realidad aumentada en todas las disciplinas en la educación superior. Por otro lado, es necesario el diseño, la implementación y la evaluación, por parte de las distintas universidades, de planes de formación docente en tecnologías emergentes.

Referencias bibliográficas

Aguayo, C., Cochrane, T. y Narayan, V. (2017). Key themes in mobile learning: prospects for learner-generated learning through AR and VR. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(6), 27-40. <https://doi.org/10.14742/ajet.3671>

Akçayır, M. y Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: a systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.edu.rev.2016.11.002>

- Alkhattabi, M. (2017). Augmented reality as e-learning tool in primary schools' education: barriers to teachers' adoption. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 12(2), 91-100.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S. y Kinshuk, R. (2014). Augmented reality trends in education: a systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133-149.
- Blas Padilla, D., Vázquez-Cano, E., Morales Cevallosi, M. B. y López Meneses, E. (2019). Use of augmented reality apps in university classrooms. *Campus Virtuales*, 8(1), 37-48.
- Brigham, T. J. (2017). Reality check: basics of augmented, virtual, and mixed reality. *Medical Reference Services Quarterly*, 36(2), 171-178. <http://doi.org/10.1080/02763869.2017.1293987>
- Cabero Almenara, J. y Barroso Osuna, J. (2018). The technological scenarios in augmented reality (AR): educational possibilities in university studies. *Aula Abierta*, 47(3), 327-335. <https://doi.org/10.7821/naer.2016.1.140>
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Llorente-Cejudo, C. y Fernández Martínez, M.^a M. (2019). Educational uses of augmented reality (AR): experiences in educational science. *Sustainability*, 11(18). <https://doi.org/10.3390/su11184990>
- Cabero-Almenara, J., Fernández-Batanero, J. M.^a y Barroso-Osuna, J. (2019). Adoption of augmented reality technology by university students. *Heliyon*, 5(5), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01597>
- Cabero Almenara, J. y García Jiménez, F. (Coords.). (2016). *Realidad aumentada: tecnología para la formación*. Síntesis.
- Cabero Almenara, J., Vázquez-Cano, E., López Meneses, E. y Jaén Martínez, A. (2020). Formative possibilities of augmented technology. A diachronic study in university scenarios. *Revista Complutense de Educación*, 31(2), 142-152. <https://doi.org/10.5209/rced.61934>
- Cai, S., Liu, U., Yang, Y. y Liang, J.C. (2019). Tablet-based AR technology: impacts on students' conceptions and approaches to learning mathematics according to their self-efficacy. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 248-263. <https://doi.org/10.1111/bjet.12718>
- Cheng, K.-H. (2017). Reading an augmented reality book: an exploration of learners' cognitive load, motivation, and attitudes. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(4), 53-69.
- Cózar Gutiérrez, R., Moya Martínez, M.^a V. de, Hernández Bravo, J. A. y Hernández Bravo, J. R. (2015). Tecnologías emergentes para la enseñanza de las ciencias sociales. Una experiencia con el uso de realidad aumentada en la formación inicial de maestros. *Digital Education Review*, 27, 138-153.
- Díaz Noguera, M.^a D., Toledo Morales, P. y Hervás-Gómez, C. (2017). Augmented reality applications attitude scale (ARAAS): diagnosing the attitudes of future teachers. *The New Educational Review*, 50(4), 215-226.
- Durak, H. Y., Saritepeci, M. y Bagdatli Çam, F. (2020). Examination of university students' opinions on use of augmented reality technology in archeology field. *Journal of Qualitative Research in Education*, 8(1), 156-179. <https://doi.org/10.14689/issn.2148-2624.1.8c.1s.8m>
- Elfeky, A. I. M. y Elbyaly, M. Y. H. (2021). Developing skills of fashion design by augmented reality technology in higher education. *Interactive Learning Environments*, 29(1), 17-32. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1558259>

- Engen, B.-K. (2019). Understanding social and cultural aspects of teachers' digital competencies. *Comunicar*, 61, 9-19. <https://doi.org/10.3916/C61-2019-01>
- Fernández Robles, B. (2018). The use of objects of learning of augmented reality in the university education of primary education. *IJERI. International Journal of Educational Research and Innovation*, 9, 90-104.
- Fombona Cadavieco, J., Pascual Sevillano, M.^a J. y Ferreira Amador, M. F. M. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 41, 197-210.
- Horra Villacé, I. de la. (2017). Realidad aumentada, una revolución educativa. *EDMETIC. Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 9-22.
- Johnson, L., Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A. y Hall, C. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*. The New Media Consortium.
- Kali, Y., Baram-Tsabari, A. y Schejter A. (Eds.). (2019). *Learning in a Networked Society: Spontaneous and Designed Technology Enhanced Learning Communities*. Springer's Computer Supported Collaborative Learning Series.
- Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S. y Dede, C. (2013). EcoMOBILE: integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, 545-556.
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Keele University.
- Leiva Olivencia, J. J. y Moreno Martínez, N. M. (2015). Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: experiencias y herramientas didácticas. *Revista Científica de Opinión y Divulgación*, 31, 1-18.
- Lens-Fitzgerald, M. (2009). *Augmented Reality Hype Cycle*. <http://acdc.sav.us.es/pixelbit/images/stories/p46/12.pdf>
- Marín Díaz, V. (2017). The augmented reality in the educational sphere of student of degree in childhood education. Case Study. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 51, 7-19. <http://doi.org/10.12795/pixelbit.2017.i51.01>
- Martínez Pérez, S. (2020). Tecnologías de información y comunicación, realidad aumentada y atención a la diversidad en la formación del profesorado. *Transdigital. Scientific Journal*, 1(1), 1-20. <https://doi.org/10.56162/transdigital9>
- Martínez Pérez, S., Fernández Robles, B. y Barroso Osuna, J. (2021). Augmented reality as a resource for training in higher education. *Campus Virtuales*, 10(1), 9-19.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. y Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Moreno Martínez, N. y Leiva Olivencia, J. J. (2017). Formative experiences in the educational use of augmented reality with students of primary education degree at the University of Malaga. *EDMETIC. Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 81-104.
- Mystakidis, S., Christopoulos, A. y Pellas, N. (2021). A systematic mapping review of augmented reality applications to support STEM learning in higher education. *Education and Information Technologies*, 27, 1.883-1.927. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10682-1>

- Orozco, C., Esteban, P. y Trefftz, H. (2006). Collaborative and distributed augmented reality in teaching multi-variate calculus. *WBE'06 Proceedings of the 5th IASTED International Conference on Webbased Education*. ACTA Press.
- Ozdamli, F. y Hursen, C. (2017). An emerging technology: augmented reality to promote learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 12(11), 121-137.
- Pacheco Cortés, A. M. e Infante Moro, A. (2020). La resignificación de las TIC en un ambiente virtual de aprendizaje. *Campus Virtuales*, 9(1), 85-90.
- Poce, A., Amenduni, F., Medio, C. de, Valente, M. y Re, M. R. (2019). Adopting augmented reality to engage higher education students in a museum university collection: the experience at Roma Tre University. *Information*, 10(12), 375.
- Saidin, N., Halim, N. y Yahaya, N. (2015). A review of research on augmented reality in education: advantages and applications. *International Education Studies*, 8(13), 1-8.
- Schmalstieg, D. y Höllere, T. (2016). *Augmented Reality. Principles and Practice*. Addison-Wesley.
- Schmorrow, D., Stanney, K. M. y Reeves, L. M. (2006). *Foundations of Augmented Cognition: Augmented Cognition-Past Present and Future*. Strategic Analysis, Inc.
- Tecnológico de Monterrey. (2017). *EduTrends: radar de innovación educativa 2017*.
- Thomas, M. y Chinnappan, M. (2008). Teaching and learning with technology: realising the potential. En H. Forgasz, A. Barkatsas, A. J. Bishop, B. Clarke, S. Keast, W. Tiong-Seah y P. Sullivan (Eds.), *Research in Mathematics Education in Australasia 2004-2007* (pp. 165-193). Sense Publishers.
- Wojciechowski, R. y Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, 570-585.
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y. y Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Yáñez-Luna, J. C. y Arias-Oliva, M. (2018). M-learning: aceptación tecnológica de dispositivos móviles en la formación online. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 10, 13-34. <https://doi.org/10.51302/tce.2018.193>

Marta Montenegro-Rueda. Personal docente e investigador en el Departamento de Didáctica y Organización Educativa de la Universidad de Sevilla (España). Línea de investigación: centrada en la formación digital del profesorado y en el uso de las TIC para los estudiantes con discapacidad. <https://orcid.org/0000-0003-4733-289X>

José Fernández-Cerero. Asistente honorario en el Departamento de Didáctica y Organización Educativa de la Universidad de Sevilla (España). Línea de investigación: centrada en la formación digital del profesorado y en el uso de las TIC para los estudiantes con discapacidad. <https://orcid.org/0000-0002-2745-6986>

Contribución de autores. M. M.-R. y J. F.-C. han participado a partes iguales en la elaboración de todos los apartados que constituyen este estudio de investigación.

Desarrollo de un entorno de realidad aumentada para la enseñanza del condicionamiento operante en Psicología

José Manuel Sánchez-Sordo (autor de contacto)

Profesor de carrera en Psicología SUAyED de la Universidad Nacional Autónoma de México
jose.sordo@iztacala.unam.mx | <https://orcid.org/0000-0001-6569-251X>

Sergio Teodoro-Vite

Profesor de asignatura en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México
sergieteovite@comunidad.unam.mx | <https://orcid.org/0000-0002-7943-8819>

Extracto

Los procesos de enseñanza y aprendizaje se han visto modificados en las últimas décadas con la aparición y el uso de tecnologías que permiten la adquisición y generación de conocimientos de forma interactiva, como son la realidad virtual y la realidad aumentada, que se pueden definir como el conjunto de tecnologías basadas en simulaciones gráficas dinámicas en las que el usuario se siente introducido en un ambiente artificial que percibe como real en función de la estimulación de los órganos sensoriales. Objetivo: desarrollar y utilizar un entorno de realidad aumentada para el fortalecimiento de la enseñanza de los principios básicos del condicionamiento operante de los estudiantes (hombres y mujeres) de nuevo ingreso de la licenciatura en Psicología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México, y evaluar su impacto en el aprendizaje. Método: se diseñó, programó y utilizó un entorno de realidad aumentada que simula una caja de Skinner con un autómatas que emula el comportamiento animal para la enseñanza de cuatro programas de reforzamiento. Para el diseño y programación del entorno se utilizó el lenguaje C#, así como los softwares Blender, Unity y Vuforia. Resultados: se obtuvo como producto final una aplicación de realidad aumentada para dispositivos móviles con sistema operativo Android. En cuanto al impacto en los conocimientos de los estudiantes ($n = 44$) sobre programas de reforzamiento, se encontró, por medio de la prueba de Wilcoxon de rangos con signo, un incremento significativo (sig. 0,000) después de haber utilizado el entorno de realidad aumentada.

Palabras clave: realidad aumentada; conductismo; innovación; psicología; simulación; caja de Skinner; realidad mixta; enseñanza.

Recibido: 03-02-2022 | Aceptado: 02-06-2022 | Publicado: 07-09-2022

Cómo citar: Sánchez-Sordo, J. M. y Teodoro-Vite, S. (2022). Desarrollo de un entorno de realidad aumentada para la enseñanza del condicionamiento operante en Psicología. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 115-136. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.862>



Development of an augmented reality environment for teaching operant conditioning in Psychology

José Manuel Sánchez-Sordo (corresponding author)

Profesor de carrera en Psicología SUAyED de la Universidad Nacional Autónoma de México
jose.sordo@iztacala.unam.mx | <https://orcid.org/0000-0001-6569-251X>

Sergio Teodoro-Vite

Profesor de asignatura en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México
sergioteovit@comunidad.unam.mx | <https://orcid.org/0000-0002-7943-8819>

Abstract

Teaching and learning processes have been modified in recent decades with the development and use of technologies that allow the acquisition and generation of knowledge such as virtual reality and augmented reality. Those technologies can be defined as based on dynamic graphic simulations in which the user feels introduced into an artificial environment that is perceived as real by the stimulation of sensory organs. Objective: to develop and use an augmented reality environment to support the teaching and learning of basic principles of operant conditioning for new students (men and women) of the degree in Psychology from the Faculty of Higher Studies Iztacala of the National Autonomous University of Mexico. Method: an augmented reality environment that simulates a Skinner box with an automaton that emulates animal behavior was designed, programmed and tested to teach four reinforcement programs. For the design and programming of the environment, C# language was used as well as Blender, Unity and Vuforia. Results: an augmented reality application for mobile devices with Android operating system was developed. Regarding the impact on students' knowledge ($n = 44$) about reinforcement programs, a significant increase (sig. 0.000) was found through the Wilcoxon signed rank test after using the augmented reality environment.

Keywords: augmented reality; behaviorism; innovation; psychology; simulation; Skinner box; mixed reality; teaching.

Received: 03-02-2022 | Accepted: 02-06-2022 | Published: 07-09-2022

Citation: Sánchez-Sordo, J. M. and Teodoro-Vite, S. (2022). Development of an augmented reality environment for teaching operant conditioning in Psychology. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 115-136. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.862>



Sumario

1. Introducción
 2. Metodología
 3. Procedimiento
 4. Resultados
 5. Discusión
 6. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

Nota: trabajo realizado con apoyo del Programa UNAM-DGAPA-PAPIME PE301121. Por otra parte, los autores del artículo declaran que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este estudio 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

Los procesos de enseñanza y aprendizaje se han visto modificados en las últimas décadas con la aparición y el uso de tecnologías digitales que permiten la adquisición y generación de conocimientos de forma interactiva y que posibilitan, en la mayoría de los casos, el enriquecimiento de la experiencia educativa (Clark, 2011). Las tecnologías digitales y su potencial para facilitar estrategias de aprendizaje son piezas clave para el futuro de la sociedad y de la educación, pues estas, según Redecker *et al.* (2017), impactarán en lo que necesitaremos aprender y en cómo aprenderemos en el periodo 2020-2030.

En este sentido, se torna necesario desarrollar y promover alternativas educativas mediadas y asistidas por tecnologías interactivas simuladas que coloquen tanto al estudiante como al docente en situaciones de aprendizaje y enseñanza innovadoras y acordes a la era digital (Kuzminskyi, 2019). El uso de herramientas tecnológicas educativas de vanguardia implica múltiples procesos cognitivos y el desarrollo de nuevas conductas. No solo la adquisición de conocimientos específicos, sino también el hecho de utilizar nuevas tecnologías son tareas de aprendizaje (Siemens, 2006) que contribuyen a la competencia digital de los estudiantes (Levano-Francia *et al.*, 2019). A nivel histórico, la tecnología educativa ha evolucionado de forma paralela a las teorías del aprendizaje aplicadas a la educación. Como ejemplo de esto podemos mencionar las pioneras máquinas de enseñanza generadas por el psicólogo norteamericano Skinner en los años sesenta (Peñalosa Castro, 2013). Posteriormente, gracias a los avances en la psicología cognitiva, se dio paso al desarrollo de los denominados «sistemas expertos», basándose en la inteligencia artificial (Adarraga Morales y Zaccagnini Sancho, 1988). En años recientes, la aparición de los sistemas gestores de aprendizaje (*learning management system* [LMS]), con fundamento en el constructivismo social, ha marcado un hito en la educación a distancia y presencial. Desde este punto de vista, la enseñanza, las teorías del aprendizaje y la tecnología son elementos que dan forma de manera conjunta al fenómeno educativo y le permiten seguir evolucionando por medio de la innovación en su didáctica e instrumentos.

En este sentido, se plantea la necesidad de abordar el aprendizaje y la enseñanza con tecnologías de gran impacto y aplicabilidad en la actualidad, como son la realidad virtual, la realidad mixta y la realidad aumentada, las cuales, de acuerdo con Vera Ocete *et al.* (2003), son el conjunto de tecnologías basadas en simulaciones gráficas dinámicas en las que el usuario se siente introducido en un ambiente artificial que percibe como real gracias a la estimulación de los órganos sensoriales.

En el caso particular de la realidad aumentada, es una tecnología que permite percibir elementos físicos de la realidad a través de dispositivos de despliegue y *softwares* específicos, de modo que esta tecnología se caracteriza por combinar el mundo real con el virtual, añadiendo a nuestro espacio real contenidos virtuales generados por computadora (Ruiz Torres, 2011). Esto es posible gracias al empleo de gafas de realidad aumentada (*head mounted displays* [HMD]) o de diversos dispositivos, como *personal digital assistants* (PDA), ordenadores portátiles y teléfonos móviles. Esta tecnología aplicada al campo de la enseñanza-aprendizaje permite recrear la realidad y dar vida a los objetos para su estudio. Según Blázquez Sevilla (2017), el alcance de estos avances tecnológicos en el sector educativo y del aprendizaje expande las posibilidades para lograr la comprensión de objetos de estudio de forma innovadora, además de ofrecer una gran ayuda para la enseñanza de conceptos que requieren de una alta capacidad de abstracción por parte del estudiante.

A nivel mundial, la realidad virtual, así como la realidad aumentada son algunas de las tecnologías con mayor proyección de crecimiento, pues, según previsiones de IDC Research (2018), la inversión en realidad virtual y realidad aumentada se multiplicará por 21 en los próximos cuatro años, alcanzando los 15.500 millones de euros en 2022. Ambas tecnologías serán clave dentro de los planes de transformación digital de las escuelas y de los negocios. Por esta razón hay que tener en cuenta que el sector educativo demanda aplicaciones de realidad aumentada que sean asequibles para los estudiantes de los diferentes currículos y niveles educativos; es decir, aplicaciones que vayan más allá del entretenimiento y que contribuyan de manera significativa a las actividades de enseñanza formal, gracias a la posibilidad de introducir al estudiante en entornos en los cuales pueda interactuar con un ambiente artificial que estimule su proceso de aprendizaje (Vera *et al.*, 2003).

En el ámbito educativo, la realidad aumentada ha tenido múltiples contribuciones en la enseñanza (Cabero Almenara y Puentes Puentes, 2020). Por ejemplo, en el caso de Medicina, existen aplicaciones para el estudio de la anatomía humana (Alatorre *et al.*, 2019) o sistemas de entrenamiento para la colocación de inyecciones en articulaciones (Yeo y Lasso, 2011), entre otras. En el ámbito clínico de la psicología, se han desarrollado aplicaciones virtuales relacionadas con técnicas de exposición para el tratamiento de fobias, según menciona Bueno-Sánchez *et al.* (2019). La realidad aumentada avanza cada vez más en el ámbito de la educación y está introduciéndose en la enseñanza de profesiones como la medicina y en la práctica psicológica. También se utiliza con fines didácticos en arquitectura (Peredo Pozos y Redondo Domínguez, 2010), pues las posibilidades de la realidad aumentada en la educación son múltiples y aportan ventajas a los estudiantes y a los docentes, relacionadas especialmente con su portabilidad y disponibilidad. Como menciona Blázquez Sevilla (2017), esta tecnología favorece las prácticas de

Esta tecnología favorece las prácticas de laboratorio, así como el trabajo colaborativo y cooperativo. Por todo esto, el uso de la realidad aumentada supone un enriquecimiento en la construcción metodológica del proceso de enseñanza-aprendizaje y en los contenidos de estudio

laboratorio, así como el trabajo colaborativo y cooperativo. Por todo esto, el uso de la realidad aumentada supone un enriquecimiento en la construcción metodológica del proceso de enseñanza-aprendizaje y en los contenidos de estudio.

En la enseñanza de la Psicología, la inclusión de estas tecnologías se pondera como algo relevante y altamente plausible para el desarrollo de actividades formativas que los estudiantes realizan como parte de una sólida formación de prácticas experimentales con sujetos animales. Esto les permite aprender conocimientos clave de la disciplina, como son los principios del condicionamiento operante y los diferentes programas de reforzamiento que, de acuerdo con Ferster y Skinner (2014), podríamos definir, de manera general, como diversas maneras y reglas en las que se puede aplicar el reforzamiento y los probables resultados de dicha aplicación, como son, por ejemplo, Razón Fija, Razón Variable, Intervalo Fijo e Intervalo Variable. Los efectos de los programas mencionados son muy diferentes y, en general, los programas variables superan a los fijos, ya que dan tasas de respuesta muy altas (Errasti Pérez, 1993).

A nivel tradicional, la enseñanza de dichos principios de psicología conductual se lleva a cabo con el uso de las denominadas «cajas de Skinner» o «cámaras de condicionamiento operante», que son dispositivos que constan de tres elementos básicos:

- *Manipulandum* (palanca).
- Estímulo discriminativo (luz o sonido).
- Registro acumulativo (permite el registro de las respuestas del animal).

La caja de Skinner, para Prada (1998), consiste en una celda aislada a prueba de sonidos y con luz en la que se coloca el animal con el que se va a experimentar. En la caja hay una palanca que el animal debe presionar con el fin de conseguir alimento (reforzador). La caja puede estar programada automáticamente, así como la recolección de datos, según el programa de reforzamiento que se esté ejecutando.

Si bien dichas prácticas se llevan a cabo de manera adecuada dentro de las aulas y de los laboratorios con las ya descritas cajas de Skinner, algunas lecciones son susceptibles de ser apoyadas o llevadas a cabo con aplicaciones de realidad aumentada que simulen el comportamiento animal dentro de escenarios experimentales, contribuyendo así al aprendizaje del estudiante, ya que la detección visual de información de forma rápida por medio de la realidad aumentada supone un acceso directo al conocimiento empírico (De la Torre Cantero *et al.*, 2015). Por lo tanto, el desarrollo de una caja de Skinner virtual con autómatas animales de realidad aumentada se propone como una alternativa innovadora para la enseñanza de algunos conceptos básicos del condicionamiento operante y de los programas de reforzamiento, como pueden ser el de razón o intervalo fijo, entre otros.

En este punto del artículo cabe mencionar que realizar propuestas formativas en entornos tecnológicos similares a la realidad con tecnologías como la realidad aumentada permite, en este caso, la enseñanza de contenidos específicos de condicionamiento operante al mismo tiempo que se incorporan tecnologías de última generación a las aulas y a los planes de estudio de Psicología, lo cual, como mencionan Gisvert Cervera *et al.* (2010), complementa la formación y las habilidades de los estudiantes y docentes al fomentar el desarrollo de competencias digitales para la enseñanza y el aprendizaje.

Realizar propuestas formativas en entornos tecnológicos similares a la realidad con tecnologías como la realidad aumentada permite, en este caso, la enseñanza de contenidos específicos de condicionamiento operante al mismo tiempo que se incorporan tecnologías de última generación a las aulas y a los planes de estudio de Psicología

2. Metodología

A) Objetivo general

Desarrollar y utilizar un entorno de realidad aumentada para el fortalecimiento de la enseñanza de principios básicos del condicionamiento operante en los estudiantes de nuevo ingreso de la licenciatura en Psicología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México, y evaluar su impacto en el aprendizaje.

B) Objetivos específicos

Desarrollar un entorno de realidad aumentada (RatInARBox) que promueva la adquisición de conocimientos relacionados con los programas de reforzamiento del condicionamiento operante y validar el impacto de la realidad aumentada como herramienta para la enseñanza del condicionamiento operante con un grupo de estudiantes del primer semestre de la carrera de Psicología.

C) Hipótesis

H0. El uso del entorno de realidad aumentada (RatInARBox) no incrementará los niveles de conocimiento sobre programas de reforzamiento en los estudiantes.

H1. El uso del entorno de realidad aumentada (RatInARBox) incrementará los niveles de conocimiento sobre programas de reforzamiento en los estudiantes.

D) Tipo de estudio

Se realizó un estudio cuasiexperimental con diseño pretest-postest.

E) Muestra

Para esta primera puesta en marcha del entorno de realidad aumentada, se contó con una muestra no probabilística de 44 estudiantes del primer semestre de la licenciatura en Psicología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México. La edad promedio de los participantes fue de 18,3 años, con una desviación estándar de 1,3 años.

El 100 % de los estudiantes que han participado en este estudio de investigación no han realizado nunca la práctica de programas de reforzamiento de manera presencial ni con sujetos animales

En cuanto a sus habilidades para el uso de aplicaciones digitales, el 44 % de los participantes consideraba tener un nivel regular de habilidad; el 38 %, bueno; y el 9 %, muy bueno; mientras que el 9 % restante consideraba tener malas habilidades. De igual modo, el 65 % indicó que nunca había utilizado la realidad aumentada, al contrario que el 35 % que sí la había usado previamente.

Cabe mencionar que el 100 % de los estudiantes que han participado en este estudio de investigación, al ser alumnos del primer semestre, y como consecuencia de la pandemia provocada por la COVID-19, no han realizado nunca la práctica de programas de reforzamiento de manera presencial ni con sujetos animales.

3. Procedimiento

Se desarrolló un entorno virtual con realidad aumentada denominado «RatInARBox» en el cual se simula una cámara de condicionamiento operante (caja de Skinner) que incluye un sujeto experimental de realidad aumentada (autómata) que emula el comportamiento de un sujeto experimental biológico. La finalidad es mostrar al estudiante de forma interactiva cómo operan algunos de los múltiples programas de reforzamiento en la conducta de los organismos. Para ello, el desarrollo del ambiente virtual y su validación se llevó a cabo en tres fases:

- **Fase I.** Planeación y diseño.
- **Fase II.** Programación y modelado.
- **Fase III.** Uso y evaluación.

Fase I. Planeación y diseño del entorno de realidad aumentada

Durante esta fase se llevó a cabo la definición de los procesos que se iban a ejecutar por el sistema. Particularmente, se trabajó en lo requerido para llevar a cabo el moldeamiento de una conducta nueva, así como en lo propuesto por Ferster y Skinner (2014) en torno a cuatro programas de reforzamiento (Razón Fija, Razón Variable, Intervalo Fijo e Intervalo Variable). Posteriormente, se graficaron los subsecuentes diagramas de flujo para cada uno de ellos y una fase de moldeamiento, dando como resultado un programa de moldeamiento para la conducta de palanquear, un programa de reforzamiento de Razón Fija (RF10), uno de Razón Variable (RV20), uno de Intervalo Fijo (IF4) y uno de Intervalo Variable (IV20), a los cuales fue expuesta la rata (autómata) de realidad aumentada por parte del estudiante que operaba el entorno, como se define a continuación:

- **Moldeamiento.** Durante esta fase, el autómata recibe el reforzador según realice conductas similares o aproximadas a la conducta nueva (palanquear), como son acercarse a la palanca y tocar la palanca. El estudiante deberá reforzar hasta que se realice el palanqueo.
- **Programa de Razón Fija (RF10).** El autómata recibe el reforzador tras palanquear 10 veces dentro de la caja virtual, mostrando así al estudiante cómo la incidencia de la conducta ocurre, basándose en el reforzamiento que se da ante determinado número de respuestas del sujeto.
- **Programa de Razón Variable (RV20).** El autómata recibe el reforzador cada vez que ejecuta la conducta de palanqueo en un promedio de 20 veces (entre 18 y 22 palanqueos), mostrando así al estudiante el incremento en la conducta del sujeto, basándose en el reforzamiento variable de la respuesta esperada.
- **Programa de Intervalo Fijo (IF45).** El autómata recibe el reforzador transcurridos 45 segundos, mostrando así a los estudiantes que la conducta solo deberá ser reforzada después de que pase el intervalo, independientemente del número de veces que la respuesta sea ejecutada.
- **Programa de Intervalo Variable (IV20).** El estudiante refuerza la conducta del autómata experimental en promedio cada 20 segundos (25-35 segundos) para mostrar de este modo cómo la conducta se refuerza de manera variable en un promedio de tiempo más allá del número de respuestas ejecutadas por el sujeto.

Fase II. Programación y modelado del entorno de realidad aumentada

Una vez diagramados los programas de reforzamiento propuestos, se procedió por medio del lenguaje C# en el motor gráfico Unity3D a la programación del funcionamiento del entorno dentro del cual la rata experimental (autómata) se comporta según los cuatro programas de reforzamiento propuestos. Por ejemplo, en el caso de la Razón Fija (RF10), la rata virtual se programó para comportarse en conjunto con la interacción del estudiante de la siguiente manera:

- **Rata.** 10 palanqueos (presiona palanca virtual) = Recibir reforzador.
- **Estudiante.** Cada 10 palanqueos de la rata virtual = Entregar reforzador (presiona botón en pantalla).

De este modo, si el alumno cumple con dicha condición, el autómata experimental simulará aprender la regla precargada en el sistema (10 palanqueos = Reforzador) y el estudiante habrá aplicado con éxito el





programa de reforzamiento. Por el contrario, si el estudiante no sigue la regla y no entrega el reforzador a la rata presionando la pantalla (en este caso cada 10 palanqueos), no habrá aprendizaje por parte del sujeto virtual y el estudiante habrá fracasado en la aplicación del programa.

En cuanto al modelado en 3D se refiere, este fue llevado a cabo con el *software* Blender e incluyó el desarrollo de la caja de Skinner, que cuenta con una palanca virtual para detectar la interacción con el autó-mata, un dispensador de alimento y un indicador luminoso (foco). Se aplicaron efectos de color, material y textura a cada uno de los objetos modelados (véase figura I).

Figura I. Modelo 3D desarrollado de la caja de Skinner

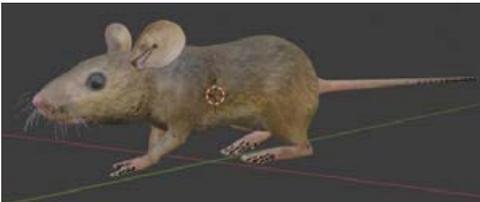


Las denominadas «cajas de Skinner» o «cámaras de condicionamiento operante» son dispositivos que constan de tres elementos básicos: palanca, estímulo discriminativo y registro acumulativo

Fuente: elaboración propia.

De igual modo se modeló la geometría de la rata virtual con medidas y peso estándar, así como las animaciones de su geometría en los diferentes estados o comportamientos que lleva a cabo: espera (el autó-mata no se mueve), exploración (el autó-mata camina por el interior de la caja de Skinner), acicalarse (el autó-mata se rasca), activación de la palanca (el autó-mata presiona la palanca en la caja) y comer alimento (el autó-mata recoge y come el reforzador entregado) (véanse figuras II a VI).

Figura II. Modelado 3D de la rata explorando



Se diseñaron tres texturas de piel distintas para el autó-mata (rata blanca, rata café y rata gris), entre las que el usuario puede elegir para personalizar su experiencia

Fuente: elaboración propia.





Figura III. Modelado 3D de la rata palanqueando



En el entorno virtual, durante la fase de moldeamiento, la conducta meta es la de palanquear, al igual que se lleva a cabo en los laboratorios presenciales

Fuente: elaboración propia.

Figura IV. Modelado 3D de la rata acicalándose



Se asignaron varios estados a la rata virtual, entre ellos la conducta de acicalamiento, comportamiento habitual en las ratas biológicas

Fuente: elaboración propia.

Figura V. Modelado 3D de la rata comiendo



Como reforzador se entregó alimento al animal (*pellets*). En este caso, se recreó la conducta de comer por parte del autómata. Para ello se modeló un pequeño objeto que simulaba el alimento

Fuente: elaboración propia.

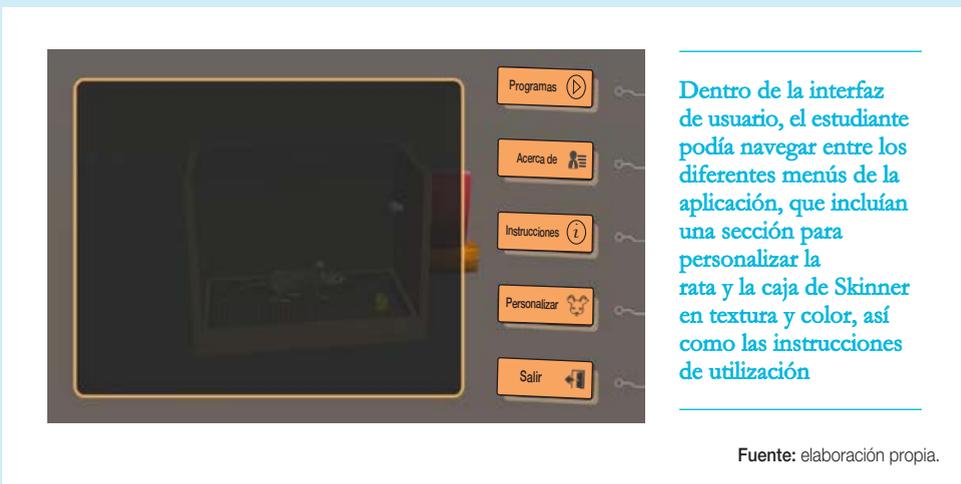


Figura VI. Modelado 3D de la rata palanqueando dentro de la caja de Skinner



Los modelos del escenario, el modelo de la rata y las animaciones de los comportamientos fueron exportados en formatos FBX al motor gráfico Unity, donde se programó la máquina de estados de la rata con la interacción del estudiante. Finalmente, se diseñó y programó una interfaz de usuario para ofrecer instrucciones de uso, así como el desarrollo con Vuforia de la aplicación APK en modalidad móvil para *smartphones* y para *tablets* con sistema operativo Android (véase figura VII).

Figura VII. Pantalla de inicio de la interfaz de usuario de la aplicación móvil RatInARBox



Fase III. Uso y evaluación del entorno RatInARBox



Para evaluar y validar el impacto de RatInARBox como tecnología educativa, se convocó a los estudiantes para una sesión de videollamada grupal en la cual se les solicitó que descargasen y utilizaran la aplicación en sus teléfonos móviles.

De igual modo, al inicio y término de dicha videollamada, se les aplicó un cuestionario en línea a modo de pretest-postest, cuya primera sección iba encaminada a conocer los aprendizajes adquiridos sobre «programas de reforzamiento» por parte de los estudiantes antes y después de utilizar el ambiente de realidad aumentada desarrollado.

Las siete preguntas incluidas, que se muestran a continuación, eran de opción múltiple y se referían a cuestiones teóricas y prácticas de los programas de reforzamiento:

1. Programa de reforzamiento en el que se otorga el reforzador inmediatamente después de que el sujeto emite un número específico y fijo de respuestas deseadas:
 - a) Intervalo Fijo.
 - b) Razón Fija.
 - c) Moldeamiento.
2. Si a un sujeto se le refuerza únicamente cada 4 minutos independientemente del número de respuestas otorgadas, estamos ejecutando un programa de:
 - a) Razón Variable.
 - b) Intervalo Fijo.
 - c) Intervalo Variable.
3. En los programas de razón se observa un incremento en la velocidad de la emisión de las respuestas por parte el sujeto:
 - a) Verdadero.
 - b) Falso.
4. Si ejecutamos un programa de razón fija 5 (RF5) sobre un sujeto experimental, esto significa que:
 - a) Entregamos el reforzador cada 5 minutos al sujeto.
 - b) Entregamos el reforzador cada 5 respuestas del sujeto.
 - c) Entregamos únicamente 5 reforzadores al sujeto.
5. Si ejecutamos un programa de intervalo variable 15 (IV15) sobre un sujeto experimental, esto significa que:
 - a) Entregamos el reforzador exactamente cada 15 minutos.
 - b) Entregamos el reforzador en promedio cada 15 minutos al sujeto.
 - c) Entregamos únicamente 15 reforzadores al sujeto.





6. Para moldear una conducta nueva (como puede ser palanquear) en un sujeto experimental se requiere:
- Reforzar de manera sucesiva conductas que se asemejen a la conducta meta hasta que esta sea ejecutada y reforzada.
 - Reforzar únicamente la conducta meta una vez que el sujeto la realice de manera aleatoria.
 - Reforzar todas las conductas emitidas por el sujeto en un periodo establecido de tiempo.
7. Dentro de una caja de Skinner, ¿cuál de los siguientes ejemplos podría actuar como estímulo discriminativo (señala la disponibilidad de reforzador)?:
- Recompensa entregada al sujeto una vez que emite la respuesta (palanquear).
 - Sonido que indica al sujeto que debe emitir la respuesta (palanquear).
 - Foco que se enciende una vez que el sujeto ha dado la respuesta (palanquear).

En el caso de la segunda sección de la evaluación se plantearon, a manera de diferencial semántico y en escala nominal, las siguientes cuestiones sobre el uso de la aplicación:

- Calificarías la aplicación, en cuanto a fines educativos se refiere, de:
 - Muy innovadora.
 - Poco innovadora.
- ¿Cómo calificarías la dificultad de uso de la aplicación?
 - Fácil.
 - Difícil.
- ¿Estudiando a distancia, consideras que la aplicación utilizada es una buena alternativa para llevar a cabo aprendizajes de tipo aplicado?
 - Sí.
 - No.

4. Resultados

En este apartado se muestran algunas capturas de pantalla de la versión final de la aplicación de realidad aumentada desarrollada en este estudio (RatInARBox) al ser ejecutada desde un *smartphone* (véanse figuras 1 a 3).

Posteriormente, se incluyen los análisis estadísticos derivados de su uso por parte de la muestra de 44 estudiantes, lo que ha permitido conocer si hubo o no impacto significativo en sus conocimientos sobre los «programas de reforzamiento», así como su opinión con relación a la usabilidad del entorno.

A) Versión final de RatInARBox ejecutada en un *smartphone*

Figura 1. Fotografía del entorno al ser utilizado desde un teléfono móvil

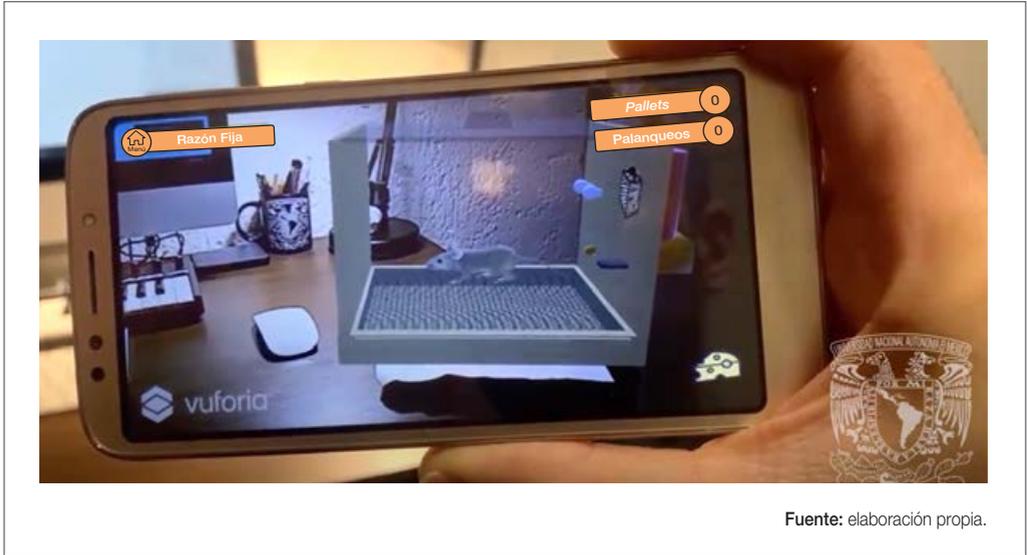


Figura 2. Fotografía del entorno sobre una mesa ejecutando el programa Razón Fija desde un teléfono móvil



Figura 3. Fotografía del entorno sobre una mesa con el autómata palanqueando



Fuente: elaboración propia.

B) Impacto en el aprendizaje derivado del uso del entorno en el grupo de estudiantes

A continuación se muestran los resultados estadísticos descriptivos, así como los obtenidos con la prueba de Wilcoxon de rangos con signo para conocer si hubo incremento significativo en el conocimiento sobre programas de reforzamiento por parte de los 44 estudiantes tras haber utilizado RatInARBox.

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Pretest	44	3,91	1,11	2	6
Posttest	44	6,45	1,30	3	8
	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75		
Pretest	3	4	5	-	
Posttest	6	7	7,75	-	

Fuente: elaboración propia.

Como puede observarse en el cuadro 1, la media global de puntuaciones en el pretest fue de 3,91, mientras que en el postest fue de 6,45. De igual modo, la mediana (percentil 50) se encuentra en la puntuación 4 para el cuestionario anterior al uso de RatInARBox, mientras que para después de su uso fue de 7, lo cual indica un aumento significativo en los conocimientos de los participantes sobre «programas de reforzamiento» que utilizaron RatInAR-Box, como se muestra a continuación.

Cuadro 2. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Postest-Pretest	Rangos negativos	3	5	15
	Rangos positivos	37	21,76	805
	Empates	4	–	–
	Total	44	–	–

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro 2 se muestra cómo solo tres de los 44 estudiantes evaluados disminuyeron en sus conocimientos de «programas de reforzamiento» después del uso de RatInARBox, lo cual indica que en esos casos la aplicación no ayudó a aumentar los conocimientos. Por el contrario, podemos observar que la mayoría (37) de los evaluados sí aumentó sus puntuaciones al terminar de usar el entorno de realidad aumentada (postest) en comparación con la evaluación inicial (pretest). De igual modo, hubo cuatro casos que se mantuvieron iguales (empates) en ambas mediciones.

Cuadro 3. Estadísticos de prueba

	Postest-Pretest
Z	– 5,336
Sig. asintótica (bilateral)	0,000

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro 3 se aprecia claramente que sí hay diferencias significativas en las puntuaciones de conocimientos antes y después de haber utilizado el entorno virtual RatInARBox

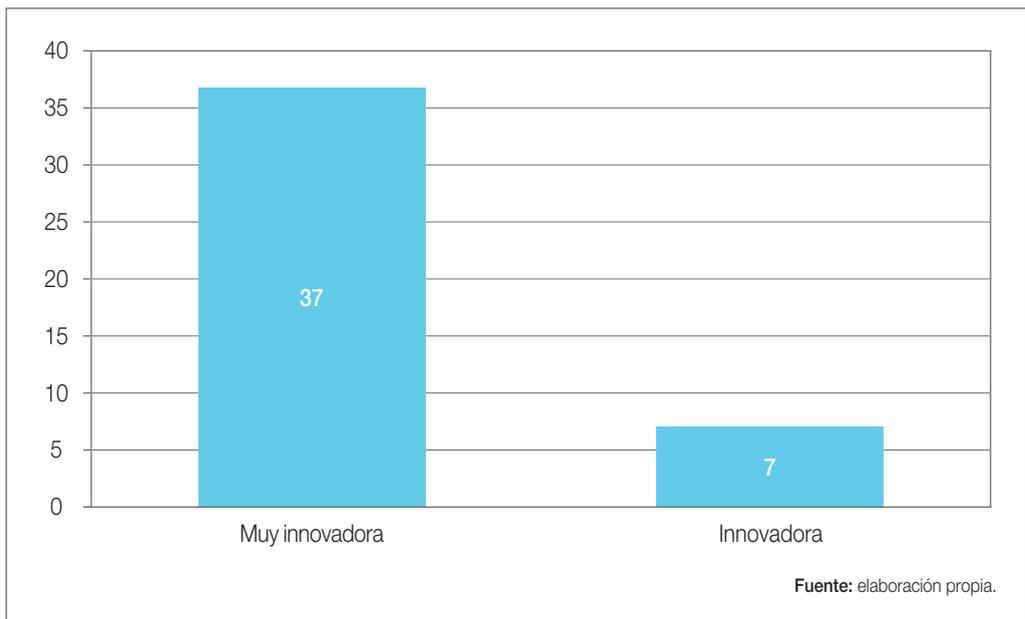
con un intervalo de confianza del 95 %, dado que los valores de Z ($-5,33$) son significativos a $0,000$ para la prueba de Wilcoxon de los rangos con signo. Esto permite rechazar la hipótesis nula y afirmar que el entorno de realidad aumentada incrementó los conocimientos sobre programas de reforzamiento de los estudiantes de psicología que participaron en este estudio.

Podemos afirmar que sí hay diferencias significativas en las puntuaciones de conocimientos antes y después de haber utilizado el entorno virtual RatInARBox

C) Opinión con relación al uso del entorno

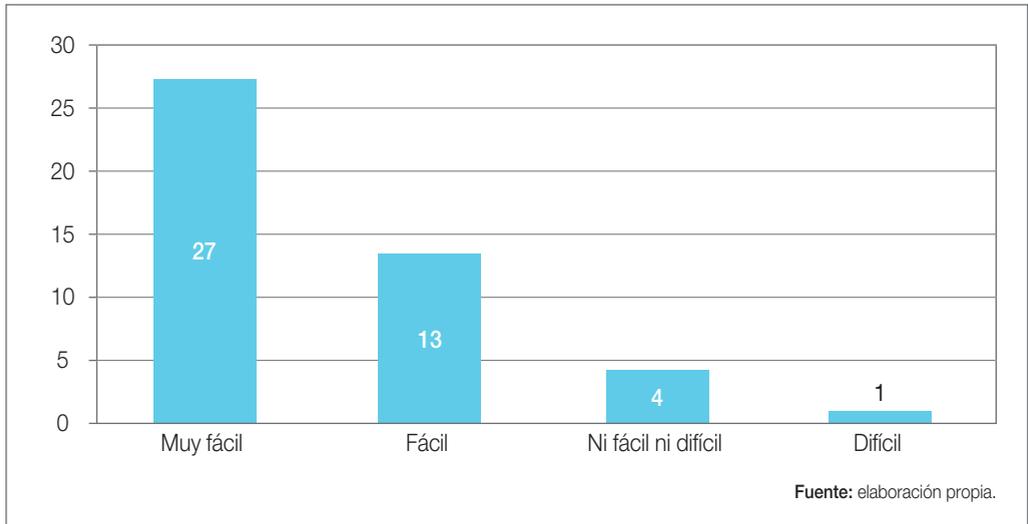
Como se observa en la figura 4, la mayoría de los participantes (37) calificaron la aplicación RatInARBox como muy innovadora.

Figura 4. Respuestas al ítem por parte de los estudiantes sobre la innovación del entorno de realidad aumentada



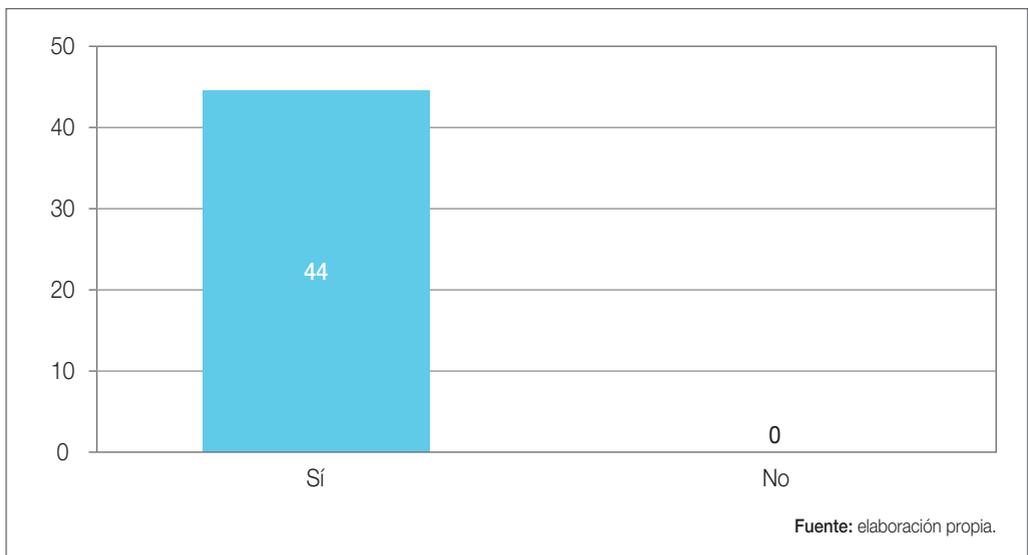
En cuanto a la dificultad de uso de la aplicación RatInARBox, la mayor parte de los participantes (27) la calificaron como muy fácil de usar, seguido por 13 participantes que la valoraron como fácil. Tan solo 1 estudiante consideró que la aplicación era difícil de utilizar (véase figura 5).

Figura 5. Respuestas al ítem sobre la dificultad de uso de la aplicación por parte de los estudiantes



Como se observa en la figura 6, todos los estudiantes que participaron en este estudio consideraron que RatInARBox era una alternativa útil para llevar a cabo aprendizajes de tipo aplicado a distancia.

Figura 6. Respuestas al ítem sobre la innovación del entorno por parte de los estudiantes



5. Discusión

Los procesos de enseñanza y aprendizaje se han visto modificados en los últimos años con la aparición y uso de tecnologías digitales en el contexto educativo (Clark, 2011), siendo la realidad aumentada una de las tecnologías con mayor proyección de crecimiento a nivel mundial (IDC, 2018), por lo cual se requiere del desarrollo de aplicaciones y entornos de realidad aumentada que permitan a los estudiantes de las diversas profesiones aprender de manera interactiva.

En este sentido, el desarrollo de RatInARBox permitió la generación de tecnología educativa de vanguardia para la enseñanza de la psicología científica, modernizando así las prácticas educativas llevadas a cabo de modo tradicional con las clásicas cajas de Skinner en los laboratorios, situación que moderniza las aulas y los planes de estudio de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México, pues ahora se cuenta con una alternativa virtual por medio de realidad aumentada que permite emular las prácticas experimentales tanto del modelo presencial como del modelo a distancia. Este desarrollo a nivel ético posee fuertes implicaciones, pues la misma universidad postula en sus lineamientos para la implementación de comités de ética (Universidad Nacional Autónoma de México, 2019) que, de ser posible las prácticas académicas en las cuales se utilicen sujetos animales, deberán ser reemplazadas con *softwares* o simuladores. Con relación a esto, RatInARBox, al contar con un autómatas que simula el comportamiento de una rata biológica dentro de una situación experimental, permite el desarrollo de ciertas prácticas de laboratorio para la enseñanza del condicionamiento operante sin la necesidad del uso de animales.

6. Conclusiones

Finalmente, cabe mencionar que los resultados estadísticos derivados del uso del entorno de realidad aumentada desarrollado evidencian un impacto positivo y significativo en los conocimientos de los participantes en torno al tema de programas de reforzamiento, lo cual permite afirmar que RatInARBox es una alternativa útil y funcional para la enseñanza de ese tipo de contenidos prácticos, pues, al ser un entorno de realidad aumentada dentro del cual se simula un escenario experimental, el estudiante interactúa de modo directo con el autómatas casi como lo haría de modo tradicional en el aula. Si bien, a nivel de usabilidad e innovación, los participantes de este estudio reportaron, al igual que en otras investigaciones sobre realidad aumentada con fines educativos (Nolasco de Almeida y Cabero Almenara, 2020), un buen grado de aceptación, se propone, para futuras investigaciones, el análisis del impacto en el aprendizaje de los alumnos con esta tecnología en comparación con otras, como puede ser la realidad virtual y las cajas de Skinner tradicionales.

Referencias bibliográficas

- Adarraga Morales, P. y Zaccagnini Sancho, J. L. (1994). *Psicología e inteligencia artificial*. Trotta.
- Alatorre, F., Ramírez, H., Teodoro, V. S., Padilla, C. M. y Pérez, L. J. (2019). ARAnatomyExplorer: una aplicación de realidad aumentada para el estudio de la anatomía humana. *X Congreso Nacional de Tecnología Aplicada a Ciencias de la Salud. Generación de Nuevas Técnicas de Diagnóstico y Tratamiento*. 13, 14 y 15 de junio de 2019. Universidad Iberoamericana, Puebla, México.
- Blázquez Sevilla, A. (2017). *Realidad aumentada en educación*. Gabinete de Tele-Educación de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Bueno-Sánchez, L., Díaz-Africano, N., Restrepo-García, D., Solano Gualdrón, A. y Gantiva, C. (2019). Realidad virtual como tratamiento para la fobia específica a las arañas: una revisión sistemática. *Psicología*, 13(1), 101-109. <https://doi.org/10.21500/19002386.4024>
- Cabero Almenara, J. y Puentes Puente, A. (2020). La realidad aumentada: tecnología emergente para la sociedad del aprendizaje. *AULA. Revista de Humanidades y Ciencias Sociales*, 66(2), 35-51.
- Clark, B. R. (2011). *Cambio sustentable en la universidad*. Universidad de Palermo.
- Errasti Pérez, J. M. (1993). Programas de intervalo fijo y programas de intervalo aleatorio en la inducción de conducta adjuntiva de fumar. *Psicothema*, 5(1), 21-32.
- Ferster, C. y Skinner, B. F. (2014). *Schedules of Reinforcement*. Nueva York.
- Gisvert Cervera, M., Cela-Ranill, J. M. e Isús Barado, S. (2010). Las simulaciones en entornos TIC como herramienta para la formación en competencias transversales de los estudiantes universitarios. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 11(1), 352-370. <https://doi.org/10.14201/eks.6309>
- IDC Research. (2018). *The Digitization of the World From Edge to Core*. David Reinsel.
- Kuzminskyi, A. I., Vida, O. A., Kuchai, O. V., Yeznova, O. V. y Kuchai, T. P. (2019). Information support of educationalists as an important function of a postgraduate education system. *Revista Românească pentru Educație Multidimensională*, 11(3), 263-279.
- 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. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.329>
- Nolasco de Almeida Mello, G. y Cabero Almenara, J. (2020). Realidad aumentada en la enseñanza de hormigón reforzado: percepción de los alumnos. *Alteridad*, 15(1), 12-24. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.01>
- Peñalosa Castro, E. (2013). *Estrategias docentes con tecnologías: guía práctica*. Pearson.
- Peredo Pozos, A. y Redondo Domínguez, E. (2010). Realidad aumentada para el diseño urbano: un estudio de caso en el proyecto del Centro Cultural Universitario en Guadalajara. México. *International Conference Virtual City and Territory. 6.º Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual*. 5, 6 y 7 de octubre 2010. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali.
- Prada, J. (1998). *Escuelas psicológicas & psicoterapéuticas*. Editorial San Pablo.
- Redecker, C., Kamylyis, P., Bacigalupo, M., Punie, Y. (Eds.), Conrads, J., Rasmussen, M., Winters, N., Geniet, A. y Langer, L. (2017). *Digital Education Policies in Europe*

- and Beyond: Design Principles for Effective Policies*. Joint Research Centre (European Commission).
- Ruiz Torres, D. (2011). Realidad aumentada, educación y museos. *Revista ICONO 14. Revista Científica de Comunicación y Tecnologías Emergentes*, 9(2), 212-226. <https://doi.org/10.7195/ri14.v9i2.24>
- Siemens, G. (2006). *Conociendo el conocimiento*. Ediciones Nodos Ele.
- Torre Cantero, J. de la, Martín-Dorta, N., Saorín Pérez, J. L., Carbonell Carrera, C. y Contero González, M. (2015). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 37, 1-17.
- Universidad Nacional Autónoma de México. (29 de agosto de 2019). Acuerdo por el que se establecen los lineamientos para la integración, conformación y registro de los comités de ética en la Universidad Nacional Autónoma de México. *Gaceta UNAM*.
- Vera Ocete, G., Ortega Carrillo, J. A. y Burgos González, M.^a Á. (2003). La realidad virtual y sus posibilidades didácticas. *Revista Eticanet*, 2(2), 1-17.
- Yeo, C. T., Ungi, T., U-Thainual, P., Lasso, A., McGraw, R. C. y Fichtinger, G. (2011). The effect of augmented reality training on percutaneous needle placement in spinal facet joint injections. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 58(7), 2.031-2.037. <https://doi.org/10.1109/TBME.2011.2132131>

José Manuel Sánchez-Sordo. Doctor en Psicología por la Universidad Nacional Autónoma de México. Sus líneas de investigación son la cognición asistida por tecnología, el uso de inteligencia artificial para el análisis del comportamiento humano y la aplicación de realidad virtual y aumentada para la educación. Actualmente, coordina el proyecto transdisciplinar *Cognociendo*. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores y autor de artículos científicos en revistas indexadas. <https://orcid.org/0000-0001-6569-251X>

Sergio Teodoro-Vite. Doctor en Ciencias e Ingeniería de la Computación por la Universidad Nacional Autónoma de México. Sus intereses en investigación se enfocan en el diseño e implementación de sistemas de interacción humano-computadora empleando tecnologías de realidad virtual, realidad aumentada, simulación basada en física y juegos serios. Es coautor de publicaciones en simulación médica y enseñanza en ciencias de la salud. <https://orcid.org/0000-0002-7943-8819>

Participación de autores. J. M. S.-S. y S. T.-V. han participado a partes iguales en la elaboración de todos los apartados que constituyen este estudio de investigación.

Expanding the virtual universe of university students. Educational use of augmented reality and contributions of Rafodiun Project

Julio Barroso-Osuna

Catedrático de universidad de la Universidad de Sevilla (España)
jbarroso@us.es | <https://orcid.org/0000-0003-0139-9140>

Antonio Palacios-Rodríguez (corresponding autor)

Contratado predoctoral FPU (Formación del Profesorado Universitario) de la Universidad de Sevilla (España)
aprodriguez@us.es | <https://orcid.org/0000-0002-0689-6317>

Abstract

Augmented reality is an emerging technology that is increasingly being integrated into the educational system. In addition, numerous investigations highlight its benefits for learning such as: mixed reality recreation, real-time integration, incorporation of information from different sources (video, 3D, audio, web pages, etc.). In this sense, this work presents the results of the Rafodiun Project (Augmented Reality to Increase Training. Design, Production and Evaluation of Augmented Reality Programs for University Training), financed by the Ministry of Economy and Competitiveness of the Government of Spain in 2017. In it, it is intended to analyze the educational possibilities that augmented reality can have for university training contexts. This analysis is carried out from different perspectives, both technological-instrumental, educational, design of training environments, and of students as augmented reality content producers. The results demonstrate the possibilities and potential that augmented reality offers for the learning of students and university professors (men and women) in different areas. In the same way, predictive models of the acceptance of this technology in the classroom (technology acceptance model [TAM]) are consolidated. Based on the previous lines, the applicability of augmented reality in the university classroom is discussed, as well as the necessary training of teachers in creating, editing and modifying objects and materials in augmented reality.

Keywords: augmented reality; higher education; emerging technologies; digital competence; teacher training; educative technology; technology acceptance model (TAM).

Received: 13-02-2022 | Accepted: 02-06-2022 | Published: 07-09-2022

Citation: Barroso-Osuna, J. and Palacios-Rodríguez, A. (2022). Expanding the virtual universe of university students. Educational use of augmented reality and contributions of Rafodiun Project. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 137-154. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.874>

Ampliando el universo virtual del alumnado universitario. Uso educativo de la realidad aumentada y aportaciones del Proyecto Rafodiun

Julio Barroso-Osuna

Catedrático de universidad de la Universidad de Sevilla (España)

jbarroso@us.es | <https://orcid.org/0000-0003-0139-9140>

Antonio Palacios-Rodríguez (autor de correspondencia)

Contratado predoctoral FPU (Formación del

Profesorado Universitario) de la Universidad de Sevilla (España)

aprodriguez@us.es | <https://orcid.org/0000-0002-0689-6317>

Extracto

La realidad aumentada es una tecnología emergente que se está integrando cada vez más en el sistema educativo. Además, numerosas investigaciones destacan sus beneficios para el aprendizaje en realidad mixta, integración en tiempo real, incorporación de información de diferentes fuentes (vídeo, 3D, audio, páginas web, etc.). En este sentido, este trabajo presenta los resultados del Proyecto Rafodiun (Realidad Aumentada para Aumentar la Formación. Diseño, Producción y Evaluación de Programas de Realidad Aumentada para la Formación Universitaria), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España en el año 2017. En él se pretende analizar las posibilidades educativas que puede tener la realidad aumentada para contextos de formación universitaria. Este análisis se efectúa desde diferentes perspectivas tanto tecnológicas-instrumentales como educativas, de diseño de entornos formativos y del alumnado como productor de contenidos en realidad aumentada. Los resultados demuestran las posibilidades y potencialidades que ofrece la realidad aumentada para el aprendizaje del alumnado y del profesorado universitario (hombres y mujeres) en diferentes áreas. De la misma forma, se consolidan modelos predictivos de la aceptación de esta tecnología en el aula (*technology acceptance model* [TAM]). En función de las líneas anteriores, se discute la aplicabilidad de la realidad aumentada en el aula universitaria, así como la necesaria formación del profesorado en creación, edición y modificación de objetos y materiales en realidad aumentada.

Palabras clave: realidad aumentada; enseñanza universitaria; tecnologías emergentes; competencia digital; formación del profesorado; tecnología educativa; *technology acceptance model* (TAM).

Recibido: 13-02-2022 | Aceptado: 02-06-2022 | Publicado: 07-09-2022

Cómo citar: Barroso-Osuna, J. y Palacios-Rodríguez, A. (2022). Ampliando el universo virtual del alumnado universitario. Uso educativo de la realidad aumentada y aportaciones del Proyecto Rafodiun. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 137-154. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.874>



Summary

1. Introduction
 2. Objectives of Rafodiun
 3. Method and results
 - 3.1. Analysis of the possibilities and potential offered by different types of software
 - 3.2. Design and produce different contents in augmented reality
 4. Conclusions
- Bibliographic references

Note: Proyecto «Rafodiun (Realidad Aumentada para Aumentar la Formación. Diseño, Producción y Evaluación de Programas de Realidad Aumentada para la Formación Universitaria)», financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (EDU2014-57446-P), actual Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.

1. Introduction

The augmented reality is a technology that facilitates the combination of digital information and physical information in real time through different technological supports, such as tablets and smartphones (Cabero Almenara and Barroso Osuna, 2016; Cabero Almenara and García Jiménez, 2016; Johnson *et al.*, 2016).

We can consider augmented reality among the so-called emerging technologies, contextualized by Sosa-Jiménez *et al.* (2018) as those «resources, artifacts, tools, concepts and innovations, associated with the digital, that have the disruptive power to transform or generate changes in the processes where they are used regardless of whether these are new or old technologies» (p. 129). We are facing a technology that, due to what was previously mentioned, presents great possibilities in the educational field (Cabero Almenara *et al.*, 2018; Yip *et al.*, 2019), by substantially increasing and reducing the possibilities of access to information. We must bear in mind that this technology allows access to information using mobile devices, the use of which is fully standardized among university students in the Ibero-American context (Vázquez Cano and Sevillano-García, 2018).

As far as its defining characteristics are concerned, they can be specified as: being a mixed reality, integrated in real time, incorporating information from different sources (video, 3D, audio, web pages, etc.), being interactive and offering different levels of interaction and enriches or alters the information of the physical reality where it is integrated.

Regarding their educational possibilities, according to the indications of different authors, they can be grouped into the following: a) exclusively present the relevant information, eliminating that which may hinder its acquisition by the student; b) enrich the information of reality to make it more understandable; c) being able to observe an object from different points of view, selecting the moment and position of observation by the student; d) can be used at different levels of education; e) enhances ubiquitous learning; f) favors the development of active learning; g) creates highly motivating training scenarios for students as they experience and interact with virtual and auditory elements; h) create safe «artificial» scenarios for students, such as laboratories or simulators, where they can carry out their teaching practices; i) enrich printed materials for students with additional information in different media; j) can be used in different subjects and disciplines; k) encourage students to become producers of learning objects in augmented reality; l) can improve divergent processing; and m) the subject remains in the real world and therefore does not lose contextualization (Barba Vera *et al.*, 2015; Cabero Almenara and Barroso Osuna, 2016; Cubillo Arribas *et al.*, 2014; Fonseca Escudero *et al.*, 2016 Han *et al.*, 2015; Jeřábek *et al.*, 2014; Prendes Espinosa, 2015; Roda-Segarra *et al.*, 2022; Santos *et al.*, 2016).

Although the vast majority of research on the educational use of augmented reality is of a recent nature, in recent times different works have been carried out that have provided different findings to justify its incorporation into educational practice. Thus, some have focused on analyzing the degree of satisfaction that students showed after participating in training experiences with learning objects in augmented reality (Barroso Osuna and Gallego Pérez, 2017; Cabero Almenara *et al.*, 2016; Fonseca Escudero *et al.*, 2016; George Reyes, 2020; Han *et al.*, 2015; Hsu *et al.*, 2017; Joo Nagata *et al.*, 2017; Marín-Díaz and Sampedro-Requena, 2020; Pérez-López, 2015; Rodríguez Hernández *et al.*, 2016). In this sense, the results are conclusive: students show high levels of satisfaction when they participate in this type of experience. This is independent of the level of studies at which the experience was carried out and of the curricular contents on which it dealt.

To a certain extent related to what was mentioned above, research has tended to indicate that carrying out experiences in augmented reality increases student motivation (Barba Vera *et al.*, 2015; Bicen and Bal, 2016; Cheng, 2017; Chiang *et al.*, 2014; López-Belmonte *et al.*, 2019; Marín-Díaz and Sampedro-Requena, 2020; Nielsen *et al.*, 2016). This is explained by different reasons that range from the possibility it offers to represent content in various ways, enriching books and notes with audiovisual and multimedia documents, specifying information, and allowing students to interact with objects. This has been found in students at different educational levels: kindergarten and nursery school (Han *et al.*, 2015), primary school (Pérez-López and Contero, 2013), and university students (Barba Vera *et al.*, 2015; Barroso Osuna and Gallego Pérez, 2017).

On the other hand, different studies have shown that the use of learning objects in augmented reality improves the intelligence and spatial abilities of students (Lee *et al.*, 2016), spatial orientation (Carbonell Carrera and Bermejo Asensio, 2017), and visual comprehension (Álvarez-Marín *et al.*, 2017; López-Cortés *et al.*, 2021).

Regarding the improvement obtained in student performance, the results found vary between those that indicate their improvement (Álvarez-Marín *et al.*, 2017; Lin *et al.*, 2013; Pedraza Caballero and Valbuena Duarte, 2014; Santos *et al.*, 2016; Toledo Morales and Sánchez García, 2017), and those who indicate that it is not affected or that learning decreases (Hofmann and Mosemghvdlishvili, 2014; Pérez-López, 2015; Santos *et al.*, 2016). This is explained by several reasons: the worse performance of augmented reality applications on mobile phones currently available, since some of them require a lot of capacity, the existing Wi-Fi connectivity in educational centers, and the cognitive disorientation suffered by certain subjects when interacting with objects in augmented reality.

One of the possibilities of incorporating augmented reality in training is in the form of books and notes enriched with augmented reality objects, which consists of specific parts of traditional physical books being used as an interface or bookmarks to augment their contents virtually. Books and notes on different investigations have been carried out that have indicated that students perceive them with less cognitive load, greater motivation, and more

positive attitudes when they have had experiences of interaction with this type of material and improved performance (Cheng, 2017; Ferrer Torregrosa *et al.*, 2016; Martín-Gutiérrez, 2015; Nadolny, 2016; Villalustre Martínez, 2020).

It should also be noted that, within the educational uses of augmented reality, the possibility that it offers in tele-training and e-learning teaching situations is beginning to be contemplated (Reinoso, 2016). To conclude, indicate two limitations for its incorporation in the teaching-learning processes: the lack of conceptual references and theoretical justification and the lack of research (Alkhatabi, 2017; Bower *et al.*, 2014; Cabero-Almenara *et al.*, 2020, 2021; Nielsen *et al.*, 2016; Saidin *et al.*, 2015).

In any case, even acknowledging the lack of theoretical coverage to justify its incorporation of technologies, proposals for its use are being carried out based on the idea that incorporation solutions cannot reside in a single educational paradigm, but rather a mixture of pedagogical approaches (Bower *et al.*, 2014; Rasimah *et al.*, 2011; Tarnq and Ou, 2012). In this sense, constructivist learning, situated learning, inductive learning, and game-based learning. On the other hand, the theory of variation initially formulated by Mazur (1997) suggests that enriching learning situations are those that put the student in a situation where he must experiment or analyze to change his initial conception, can provide clues and suggestions for its educational use.

It would be good to end this section by pointing out the two elements of Cuendet (2013):

- The proposed augmented reality system should be flexible enough for the teacher to adapt it to the needs of their students.
- The implemented augmented reality system should consider the restrictions present in the educational context to which it is applied.

2. Objectives of Rafodiun

Augmented Reality to Increase Training. Design, Production and Evaluation of Augmented Reality Programs for University Training (Rafodiun) is a project financed by the Ministry of Economy and Competitiveness (EDU2014-57446-P) that pursues the following main objectives:

- Evaluate the possibilities and potential offered by different software used for the creation of technological environments under the augmented reality architecture to be used in university training contexts.
- Design and produce different contents in augmented reality format to be applied in contexts of university education in different curricular areas and evaluate its possibilities for student performance.

- Know the degree of motivation and level of satisfaction that arouses in university students the fact of participating in training experiences supported by augmented reality.
- Know the educational possibilities that allow the student to become a producer of training experiences supported by augmented reality.
- Investigate the technical, curricular, and organizational difficulties that augmented reality could have to be applied to university training contexts.

In summary, the aim is to analyze the educational possibilities that augmented reality can have for university training contexts. This analysis is carried out from different perspectives, both technological-instrumental, educational, design of training environments, and the student as producer of augmented reality content.

To achieve the above objectives, different types of research are carried out, which are presented below.

3. Method and results

3.1. Analysis of the possibilities and potential offered by different types of software

For the analysis of the possibilities and potential offered by different types of software to produce objects in augmented reality, an «expert judgment» is carried out. For their selection, a series of previous premises are carried out, such as: having professional experience in fields related to educational technology and the application of information and communication technologies to educational contexts; have work experience in the field of educational production of educational resources in general, and in augmented reality learning objects in particular; belong to research groups in educational technology; be from different Spanish and Latin American universities; have previously collaborated in other research projects or in publications that would allow a prior assessment of their seriousness and professionalism; and have some link with the Rafodiun project. For their selection, two steps were followed: first, a massive selection was made considering the aforementioned criteria. Second, the so-called «coefficient of expert competence» is obtained (Cabero Almenara and Barroso Osuna, 2013).

The evaluation is carried out by means of a questionnaire presented by the main existing software and regarding which they were asked about a series of dimensions:

- The degree of technical knowledge that they consider that a user must have to manage the program, in a scale of 0 (no need to have knowledge) to 10 (to have strong technological knowledge).

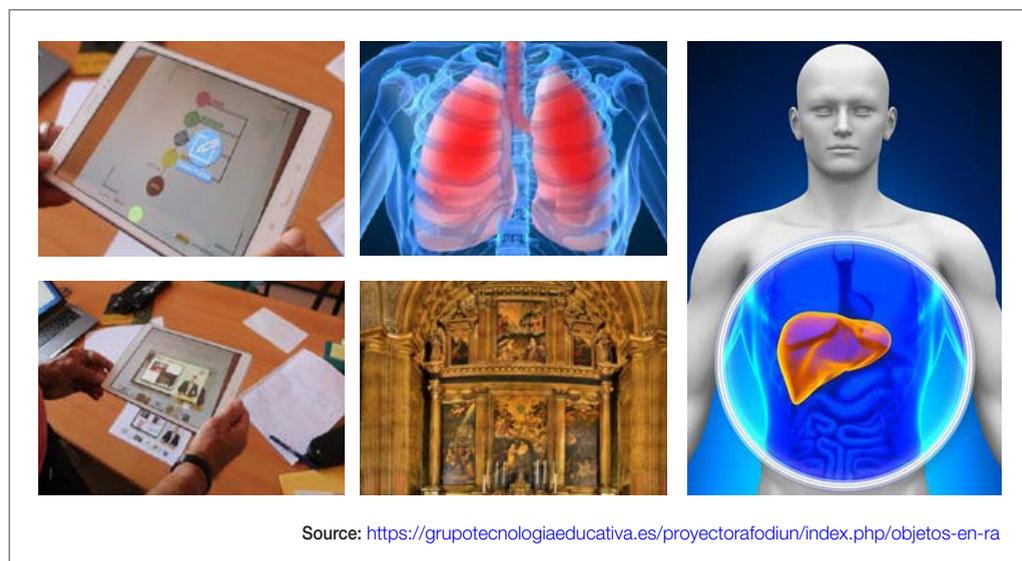
- Accessibility/ease of navigation and getting around the program on a scale of 0 (easy to navigate) to 10 (very complicated to handle),
- The possibility of incorporating different materials (videos, printed documents, 3D, etc.) offered by the program on a scale of 0 (allow very few types of materials) to 10 (allows wide range of materials).
- The ease of use by teachers and students of the program for the production of learning objects offered by the program on a scale of 0 (very difficult to use) to 10 (very easy to use).

The questionnaire is built with the Google Forms tool, and is administered via the internet. It was answered by 220 experts, of which, applying the aforementioned coefficient, 104 remained, who were the only ones who obtained scores of 0.8 or higher.

3.2. Design and produce different contents in augmented reality

To achieve this goal, different types of learning objects are built for different disciplines and areas of knowledge, ranging from medicine, pedagogy, musical expression, fine arts, and architecture, and which belonged to curricular content that was taught in subjects of these disciplines. These objects can be seen at the following address: <https://grupotecnologiaeducativa.es/proyectorafodiun/index.php/objetos-en-ra>. In figure 1, some of them are presented.

Figure 1. Images of different objects produced in augmented reality



Source: <https://grupotecnologiaeducativa.es/proyectorafodiun/index.php/objetos-en-ra>

To produce these objects, different computer programs are used, some of which we present in table 1, indicating at the same time the functions assigned to them.

Table 1. Programs used to produce the objects

Software	What is it for
Metaio Creator	Augmented reality programming.
Metaio SDK	Augmented reality software development kit.
Eclipse	Java development environment. Export apk for Android.
Xcode	Java development environment. Export ipa for iOS. Upload to the app store.
Adobe After Effects	Video and sound postproduction. Chroma and key light.
Photoshop	Image postproduction. Graphics. Photomerge. 3D textured.
Macromedia Fireworks	Image postproduction. Graphics.
FFmpeg	Programming on the codec for exporting 3g2 videos. Augment reality.
Microsoft PowerPoint	Buttons in video format with transition effects.
Notepad ++	Professional text editor for code retouching.
Metaio Toolbox	3D based marker extraction.
Autocatch	Photogrammetry.
Artec-Studio	3D scan.
Astrum	Windows installer creator.

Source: own elaboration.

With these objects, different studies are carried out, measuring the different variables with the instruments presented in table 2.

Table 2. Information collection instruments

Variable	Evaluation instrument
Academic performance.	<i>Ad hoc</i> instrument, with multiple choice test construction, and used under the pretest-posttest modality.
Technology acceptance level.	TAM model (Davis, 1989).
Motivation.	Instructional material motivational survey (IMMS) (Keller, 2010).
Evaluation of augmented reality objects by students.	<i>Ad hoc</i> instrument with Likert-type construction.

Source: own elaboration.

The reliability of the instruments is obtained through the application of Cronbach's alpha statistic, reaching the values that we present below: TAM model (0.942), IMMS (0.940), and assessment of augmented reality objects by students. Values that, according to the proposals of different authors (Mateo Andrés, 2004; O'Dwyer and Bernauer, 2014), can be considered high or very high.

The design used for the analysis of the degree of acceptance of the technology by the student, the design that we used was generated from the TAM model generated by Davis (1989), the model indicates that the attitude or predisposition that we have regarding the intention of the use of a technology is fixed by two variables: the perceived usefulness and perceived ease of use, with repercussions on the intention of its use by the student. This allows us to contrast different such as the following:

- **H1-H2-H3.** The perception of the technical quality of the augmented reality object produced can positively and significantly affect the perception of enjoyment, the perception of ease and the technical quality of using augmented reality learning objects.
- **H4-H5-H6.** The gender of the subject can positively and significantly affect the perception of enjoyment, the perception of ease and the technical quality of using learning objects in augmented reality.
- **H7-H8-H10.** The perception of ease of use can positively and significantly affect the perception of enjoyment, the perceived usefulness, and the attitudes of use of learning objects in augmented reality.

- **H9-H14-H15-H16.** The perceived usefulness of using learning objects in augmented reality can positively and significantly affect the perception of enjoyment, the attitude towards use, the intentions of use and the academic performance achieved by students in the use of objects. Learning in augmented reality.
- **H11-H12-H13.** The perception of enjoyment can positively and significantly affect the attitudes of using learning objects in augmented reality, the intentions of use and the academic performance achieved by students in the use of learning objects in augmented reality.
- **H17.** The attitude towards use can positively and significantly affect the intention to use learning objects in augmented reality.
- **H18.** The intention to use augmented reality objects can positively and significantly affect the academic performance achieved by students in the use of augmented reality learning objects.

In the case of the designs, that were used regarding motivation. Note that the designs were replicated with the different augmented reality objects produced that corresponded to different areas of knowledge, in different faculties and universities.

For the production of learning objects in augmented reality, the students learned different programs: Augment, Aurasma, Quiver and Chromville. The students were presented with three program topics of the subject, so that, on one of them, and organized by groups, they had to elaborate on them the learning object in augmented reality. The contents offered were Web 2.0, emerging technologies and the role of teachers and students in new technological environments. The objects made by the students were designed using 2D images as markers and included digital content in video format and mainly web links; that is to say, the productions they made could be classified in what is called «notes enriched with augmented reality objects». The degree of acceptance that the experience of producing objects in augmented reality aroused in the students, motivation and academic performance were analyzed (figure 2).

Figure 2. Production of augmented reality objects by students



Source: own elaboration.

4. Conclusions

The different investigations that we have carried out through the Rafodiu Project allow us to point out some ideas for the use and incorporation of augmented reality in teaching-learning situations:

- Students have shown high levels of satisfaction when participating in interaction experiences with augmented reality objects, as well as a high degree of acceptance of the technologies involved in the study. In this sense, our results go in the direction of the findings found by other authors (Cheng *et al.*, 2013; Ho *et al.*, 2013; Kim *et al.*, 2016; Marín-Díaz and Sampedro-Requena, 2020; Park *et al.*, 2012; Tarhini *et al.*, 2014; Villalustre Martínez, 2020; Wojciechowski and Cellary, 2013; Yong *et al.*, 2010). At the same time, it should be noted that the technology acceptance model formulated by Davis (1989) has been shown to be effective in knowing the degree of acceptance of augmented reality technologies by students, and as an element to determine future intention of use by them.
- The use of augmented reality is possible in different scientific disciplines, the results found have been identical in the different areas of knowledge where the studies have been carried out. Specifically, these were carried out in the areas of education sciences, medicine, fine arts, architecture, music, and engineering.
- The studies carried out reveal three aspects:
 - Participation in augmented reality experiences increases the motivation of students measured through the IMMS and the different dimensions that make it up (confidence, attention, satisfaction, and relevance).
 - Have found a significant relationship between the degree of motivation and increased performance, the higher the motivation (confidence, attention, satisfaction and relevance), the higher the performance or recall of the information obtained. Similarly, a significant and positive relationship was obtained between motivation and the evaluation made of the objects.
 - The motivation shown is higher when they become producers.
- Students can become resource producers.
- After participating in experiences, students tend to show a high level of intention to use.
- The expert judgment allowed to identify the ten most common programs for the production of objects in augmented reality: Arlab, Armedia, Arpa, ARToolKit, Aurasma, Blippar, Designers ARToolKit, Layar, Vuforia and Wikitude. Of these, the three programs that were rated as requiring more technical knowledge for potential users were: Designers ARToolKit, Vuforia and ARToolKit; the three with more navigation complication: Arlab, Designers ARToolkit and Vuforia; the three that allow incorporating a greater number of resources: Vuforia, Vuforia and Layar; and those that are easier for users to use: Aurasma, Blippar and Arlab.

- The students valued the objects produced, different principles for the design of materials can be obtained from them. The requirements that objects in augmented reality must meet to be used from an educational point of view must be:
 - Brief and direct content modules: according to the characteristics of tablets and smartphones to access educational resources and their main advantage of operating on demand (at any time and place), it is recommended the design of modules of short duration that do not exceed 5 minutes.
 - Flexibility and simplicity: the differences in student abilities in ICT-related topics must be taken into consideration to adapt the contents for a successful teaching process
 - Accessibility and error tolerance: the activities generated must have an intuitive interface that allows quick correction of errors related to navigation and use of the device.
 - Multimedia: augmented reality is one more resource that must be related to other integrated elements such as audio, video, images, considering the aspects of flexibility and synthesis mentioned above.
- Action-oriented: tablets and smartphones are not the goal of the educational process; therefore, the methodology must be practical and interactive.
- Communication and visibility: the portability and connectivity of these devices should lead to the creation of collaborative activities and allow the possibility of sharing the contributions generated in the learning process.
- In constant renewal and updating: the contents used in m-learning and that are directly related to the use of augmented reality must refer to the methodology used, since mobile devices and their software systems are in rapid evolution, incorporating improvements that can be transferred to the proposed educational process.
- The results agree with those achieved in other studies carried out in our context (Garay Ruiz, Tejada Garitano and Castaño Garrido, 2017; Garay Ruiz, Tejada Garitano and Maiz Olazabalaga, 2017).
- Adapted to the characteristics of the devices: not all devices are the same and differ in processing power, size, sensors, memory, etc. (Cabero-Almenara *et al.*, 2022). Each activity devised must be adapted to the different types of hardware and software for the educational process to be successful).
- Improve performance.
- The modality of books and notes enriched with augmented reality objects offers many possibilities to be incorporated into university education. The results found have shown that its use improves learning and awakens a true degree of acceptance of technology by students and the objects produced are valued positively by students. Our work also allows us to point out that augmented reality-enriched notes are perceived by students as easy and flexible to use, showing at the same time a true intention to use them in their training.

Finally, indicate that our study indicates that from an operational point of view it is necessary to provide instructions for handling the object, for students, as the guide/tutorial that was developed in our case.

Regardless of these findings for the educational use of augmented reality, we found others that were more related to the reliability and usefulness of the instruments used and the designs used.

Bibliographic references

- Alkhattabi, M. (2017). Augmented reality as e-learning tool in primary schools' education: barriers to teachers' adoption. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 12(2), 91-100. <https://doi.org/10.3991/ijet.v12i02.6158>
- Álvarez-Marín, A., Castillo-Vergara, M., Pizarro-Guerrero, J. y Espinoza-Vera, E. (2017). Realidad aumentada como apoyo a la formación de ingenieros industriales. *Formación Universitaria*, 10(2), 31-42. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062017000200005>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S. and Kinshuk, G. (2014). Augmented reality trends in education: a systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133-149.
- Barba Vera, R. G., Yasaca Pucuna, S. and Manosalvas Vaca, C. (2015). Impacto de la realidad aumentada móvil en el proceso enseñanza-aprendizaje de estudiantes universitarios del área de medicina. In Asociación Interuniversitaria de Investigación Pedagógica (AIDIPE), *Investigar con y para la Sociedad* (Vol. 3, pp. 1.411-1.420). Bubok Publishing.
- Barroso Osuna, J. M. and Gallego Pérez, Ó. M. (2017). Producción de recursos de aprendizaje apoyados en realidad aumentada por parte de estudiantes de magisterio. *EDME-TIC. Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 23-38. <https://doi.org/10.21071/edme-tic.v6i1.5806>
- Bicen, H. and Bal, E. (2016). Determination of student opinions in augmented reality. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 8(3), 205-209. <https://doi.org/10.18844/wjet.v8i3.642>
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A. D. and Grover, D. (2014). Augmented reality in education-Cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15. <http://dx.doi.org/10.1080/09523987.2014.889400>
- Cabero Almenara, J. and Barroso Osuna, J. (2013). La utilización del juicio de experto para la evaluación de TIC: el coeficiente de competencia experta. *Bordón*, 65(2), 25-38.
- Cabero Almenara, J. and Barroso Osuna, J. (2016). The educational possibilities of augmented reality. *NAER. New Approaches in Educational Research*, 5(1), 44-50. <https://doi.org/10.7821/naer.2016.1.140>
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J. and Martínez-Roig, R. (2021). Mixed, augmented and virtual, reality applied to the teaching of Mathematics for architects. *Applied Science*, 11(15), 1-16. <https://doi.org/10.3390/app11157125>
- Cabero Almenara, J. and García Jiménez, F. (2016). *Realidad aumentada: tecnología para la formación*. Síntesis.
- Cabero Almenara, J., García Jiménez, F. and Arroyo Fernández, C. (2016). *La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada para la formación universitaria en el SAV de la Universidad de Sevilla*. Octaedro.
- Cabero-Almenara, J., Guillén-Gámez, F. D., Ruiz-Palmero, J. and Palacios-Rodríguez, A.

- (2022). Teachers' digital competence to assist students with functional diversity: identification of factors through logistic regression methods. *British Journal of Educational Technology*, 53(1), 41-57. <https://doi.org/10.1111/bjet.13151>
- Cabero Almenara, J., Horra Villacé, I. de la and Sánchez Bolado, J. (Coords.). (2018). *La realidad aumentada como herramienta educativa*. Paraninfo.
- Cabero-Almenara, J., Romero-Tena, R. and Palacios-Rodríguez, A. (2020). Evaluation of teacher digital competence frameworks through expert judgement: the use of the expert competence coefficient. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 9(2), 275-293. <https://doi.org/10.7821/naer.2020.7.578>
- Carbonell Carrera, C. and Bermejo Asensio, L. A. (2017). Landscape interpretation with augmented reality and maps to improve spatial orientation skill. *Journal of Geography in Higher Education*, 41(1), 119-133. <https://doi.org/10.1080/03098265.2016.1260530>
- Chang, H.-Y., Wu, H.-K. y Hsu, Y.-S. (2013). Integrating a mobile augmented reality activity to contextualize student learning of a socioscientific issue. *British Journal of Educational Technology*, 44(3), E95-E99.
- Cheng, K.-H. (2017). Reading an augmented reality book: an exploration of learners' cognitive load, motivation, and attitudes. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(4), 53-69. <https://doi.org/10.14742/ajet.2820>
- Cheng, Y.-M., Lou, S.-J., Kuo, S.-H. and Shih, R.-C. (2013). Investigating elementary school students' technology acceptance by applying digital game-based learning to environmental education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(1), 96-110.
- Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H. and Hwang, G.-J. (2014). Students' online interactive patterns in augmented reality-based inquiry activities. *Computers & Education*, 78(2) 97-108. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2014.05.006>
- Cubillo Arribas, J., Martín Gutiérrez, S., Castro Gil, M. and Colmenar Santos, A. (2014). Recursos digitales autónomos mediante realidad aumentada. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 241-274.
- Cuendet, S., Bonnard, Q., Do-Lenh, S. and Dillenbourg, P. (2013). Designing augmented reality for the classroom. *Computers & Education*, 68, 557-569. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.015>
- Cupani, M. (2012). Análisis de ecuaciones estructurales: conceptos, etapas de desarrollo y un ejemplo de aplicación. *Revista Tesis*, 1, 186-199.
- Davis, F. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- Ferrer Torregrosa, J., Jiménez Rodríguez, M. Á., Torralba Estellés, J. and García Escudero, M.^a (2016). La realidad aumentada. Nuevas tecnologías en la formación de graduados en podología. In A. I. Allueva Pinilla and J. L. Alejandro Marco (Coords.), *Simbiosis del aprendizaje con las tecnologías: experiencias innovadoras en el ámbito hispano* (pp. 147-160). Prensa de la Universidad de Zaragoza.
- Fonseca Escudero, D., Redondo Domínguez, E. and Valls, F. (2016). Motivación y mejora académica utilizando realidad aumentada para el estudio de modelos tridimensionales arquitectónicos. *EKS. Education in the Knowledge Society*, 17(1), 45-64.
- Garay Ruiz, U., Tejada Garitano, E. and Castaño Garrido, C. (2017). Percepciones del alumnado hacia el aprendizaje mediante objetos educativos enriquecidos con realidad aumentada. *EDMETIC. Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 145-164.
- Garay Ruiz, U., Tejada Garitano, E. and Maiz Olazabalaga, I. (2017). Valoración de objetos educativos enriquecidos con realidad aumentada: una experiencia con alumnado de máster universitario. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 50, 19-31.

- George Reyes, C. E. (2020). Percepción de estudiantes de bachillerato sobre el uso de Metaverse en experiencias de aprendizaje de realidad aumentada en matemáticas. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 58, 143-159. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.74367>
- Han, J., Jo, M., Hyun, E. and So, H.-J. (2015). Examining young children's perception toward augmented reality-infused dramatic play. *Education Technology Research Development*, 63, 455-474.
- Ho, L.-H., Hung, C.-L. and Chen, H.-C. (2013). Using theoretical models to examine the acceptance behavior of mobile phone messaging to enhance parent-teacher interaction. *Computers & Education*, 61, 105-114. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.09.009>
- Hofmann, S. and Mosemghvdlshvili, L. (2014). Perceiving spaces through digital augmentation: an exploratory study of navigational augmented reality apps. *Mobile Media & Communication*, 2(3) 265-280. <https://doi.org/10.1177%2F2050157914530700>
- Hsu, Y.-S., Lin, Y.-H. and Yang, B. (2017). Impact of augmented reality lessons on students' STEM interest. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(2), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s41039-016-0039-z>
- Jeřábek, T., Rambousek, V. and Wildová, R. (2014). Specifics of visual perception of the augmented reality in the context of education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 159, 598-604.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A. and Hall, C. (2016). *NMC Horizon Report: 2016. Higher Education Edition*. The New Media Consortium.
- Joo Nagata, J., Martínez Abad, F. and García-Bermejo Giner, J. R. (2017). Realidad aumentada y navegación peatonal móvil con contenidos patrimoniales: percepción del aprendizaje. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), 93-118. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.17602>
- Keller, J. M. (1987). Strategies for stimulating the motivation to learn. *Performance and Instruction*, 26(8), 1-7.
- Keller, J. M. (2010). *Motivational design for learning and performance*. Springer.
- Kerlinger, F. N. and Lee, H. B. (2002). *Investigación del comportamiento: métodos de investigación en las ciencias sociales*. McGraw-Hill.
- Kim, K., Hwang, J. and Zo, H. (2016). Understanding users' continuance intention toward smartphone augmented reality applications. *Information Development*, 32(2), 161-174.
- Lee, I.-J., Chen, C.-H. and Chang, K.-P. (2016). Augmented reality technology combined with three-dimensional holography to train the mental rotation ability of older adults. *Computers in Human Behavior*, 65, 488-500. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.09.014>
- Lin, T.-J., Been-Lirn Duh, H., Li, N., Wang, H.-Y. and Tsa, C.-C. (2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. *Computers & Education*, 68, 314-321.
- Liu, T.-Y. (2009). A context-aware ubiquitous learning environment for language listening and speaking. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25, 515-527.
- López Belmonte, J., Pozo Sánchez, S. and López Belmonte, G. (2019). La eficacia de la realidad aumentada en las aulas de infantil: un estudio del aprendizaje de SVB y RCP en discentes de 5 años. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 55, 157-178. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2019.i55.09>
- López-Cortés, F., Ravanal Moreno, E., Palmas-Rojas, C. and Merino Rubilar, C. (2021). High school student representations of mitotic cell division: an augmented reality experience. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 62, 7-37. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.84491>
- Marín-Díaz, V. and Sampedro-Requena, B. E. (2020). La realidad aumentada en educación primaria desde la visión de los estudiantes. *Alteridad*, 15(1), 61-73. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.05>

- Martín-Gutiérrez, J., Fabiani, P., Benesova, W., Meneses, M.^aD. and Mora, C. E. (2015). Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education. *Computers in Human Behavior*, 51, 752-761. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2014.11.093>
- Mateo Andrés, J. (2004). La investigación ex-post-facto. In R. Bisquerra Alzina (Coord.), *Metodología de la investigación educativa* (pp. 196-230). La Muralla.
- Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: A User's Manual*. Prentice Hall.
- Mohammadi, H. (2015). Investigating users' perspectives on e-learning: an integration of TAM and IS success model. *Computers in Human Behavior*, 45, 359-374.
- Nadolny, L. (2016). Interactive print: the design of cognitive tasks in blended augmented reality and print documents. *British Journal of Educational Technology*, 48(3), 814-823. <http://dx.doi.org/10.1111/bjjet.12462>
- Nielsen, B. L., Brandt, H. and Swensen, H. (2016). Augmented reality in science education-affordances for student learning. *Nordina*, 12(2), 157-174.
- O'Dwyer, L. y Bernauer, J. (2014). *Quantitative Research for the Qualitative Researcher*. Sage.
- Park, S. Y., Nam, M.-W. and Cha, S.-B. (2012). University students' behavioral intention to use mobile learning: evaluating the technology acceptance model. *British Journal of Educational Technology*, 43(4), 592-605.
- Pedraza Caballero, L. E. and Valbuena Duarte, S. (2014). Plataforma móvil con realidad aumentada para la enseñanza de los cálculos. *Ventana Informática*, 30, 205-216.
- Pérez-López, D. C. (2015). eJUNIOR: sistema de realidad aumentada para el conocimiento del medio marino en educación primaria. *Quid*, 24, 35-42.
- Pérez-López, D. and Contero, M. (2013). Delivering educational multimedia contents through an augmented reality application: a case study on its impact on knowledge acquisition and retention. *TOJET. The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12, 4, 19-28.
- Prendes Espinosa, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 187-203.
- Rasimah, C. M. Y., Ahmad, A. and Zaman, H. B. (2011). Evaluation of user acceptance of mixed reality technology. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27, 1.369-1.387.
- Reinoso, R. (2016). In S. M. Baldiris Navarro, N. D. Duque Méndez, D. J. Salas Álvarez, J. C. Bernal Suárez, R. Fabregat Gesa, R. Mendoza Garrido, Y. Puerta Cruz, J. J. Puello, I. Solano Benítez and L. Martínez García (Eds.), *Recursos educativos aumentados: una oportunidad para la inclusión* (pp. 8-25). Sello Editorial Tecnológico Comfenalco.
- Roda-Segarra, J., Mengual-Andrés, S. and Martínez-Roig, R. (2022). Using virtual reality in education: a bibliometric analysis. *Campus Virtuales*, 11(1), 153-165. <https://doi.org/10.54988/cv.2022.1.1006>
- Rodríguez Hernández, A. F., Naranjo Rincón, M.^a, A. and Duque Méndez, N. D. (2016). Prueba de usabilidad y satisfacción en objetos de aprendizaje con realidad aumentada en aplicaciones móviles. In S. M. Baldiris Navarro, N. D. Duque Méndez, D. J. Salas Álvarez, J. C. Bernal Suárez, R. Fabregat Gesa, R. Mendoza Garrido, Y. Puerta Cruz, J. J. Puello, I. Solano Benítez and L. Martínez García (Eds.), *Recursos educativos aumentados: una oportunidad para la inclusión* (pp. 56-65). Sello Editorial Tecnológico Comfenalco.
- Saidin, N., Halim, N. A. and Yahaya, N. (2015). A review of research on augmented reality in education: advantages and applications. *International Education Studies*, 8(13), 1-8.
- Santos, M. E. C., Chen, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Miyazaki, J. and Kato, H. (2014). Augmented reality learning experiences: survey of prototype design and evaluation. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(1), 38-56.
- Santos, M. E. C., Wolde Lübke, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Rodrigo, M.^aM., Sandor, C. and Kato, H. (2016). Augmented reality as

- multimedia: the case for situated vocabulary learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 11(4), 1-23.
- Sosa-Jiménez, E., López-Martínez, J., Chi-Pech, V. and Sosa-Tzea, O. (2018). Diseño de una aplicación móvil con realidad aumentada para coadyuvar en el proceso de aprendizaje matemático. *Avances en Interacción Humano-Computadora*, 1, 48-50. <http://dx.doi.org/10.47756/aih.c.y3i1.44>
- Tarhini, A., Hone, K. and Liu, X. (2014). Measuring the moderating effect of gender and age on e-learning acceptance in England: a structural equation modeling approach for an extended technology acceptance model. *Journal Educational Computing Research*, 51(2) 163-184. <http://dx.doi.org/10.2190/EC.51.2.b>
- Tarng, W. and Ou, K. L. (2012). A study of campus butterfly ecology learning system based on augmented reality and mobile learning. *2012 IEEE Seventh International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education* (pp. 62-66).
- Tecnológico de Monterrey. (2015). *Edu Trends: radar de innovación educativa 2015*.
- Toledo Morales, P. and Sánchez García, J. M. (2017). Realidad aumentada en educación primaria: efectos sobre el aprendizaje. *RELATEC. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 16(1), 79-92. <http://dx.medra.org/10.17398/1695-288X.16.1.79>
- Vázquez Cano, E. and Sevillano-García, M.^a L. (2018). Ubiquitous Educational Use of Mobile Digital Devices. A General and Comparative Study in Spanish and Latin America higher education. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 7(2), 105-115. <https://doi.org/10.7821/naer.2018.7.308>
- Villalustre Martínez, L. (2020). Propuesta metodológica para la integración didáctica de la realidad aumentada en Educación Infantil. *EDMETIC*, 9(1), 170-187. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v9i1.11569>
- Wojciechowski, R. and Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, 570-585. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.014>
- Yip, J., Wong, S.-H., Yick, K.-L. Chan, K. and Wong, K.-H. (2019). Improving quality of teaching and learning in classes by using augmented reality video. *Computers & Education*, 128, 88-101. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.014>
- Yong Varela, L. A., Rivas Tovar, L. A. and Chaparro Peláez, J. J. (2010). Modelo de aceptación tecnológica (TAM): un estudio de la influencia de la cultura nacional y del perfil del usuario en el uso de las TIC. *Innovar*, 20, 36, 187-204.
- Yuen, S. C.-Y., Yaoyuneyong, G. and Johnson, E. (2013). *Augmented Reality and Education: Applications and Potentials*. Springer Heidelberg.

Julio Barroso-Osuna. Adscrito al Departamento de Didáctica y Organización Educativa de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla (España). Es miembro del Grupo de Investigación Didáctica (GID-HUM 390): Análisis Tecnológico y Cualitativo. Ha participado en numerosas investigaciones y cursos relacionados con la temática de las nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Su experiencia docente también está relacionada con el tópico mencionado. <https://orcid.org/0000-0003-0139-9140>

Antonio Palacios-Rodríguez. Máster Universitario en Dirección, Evaluación y Calidad de las Instituciones de Formación. Es miembro del Grupo de Investigación Didáctica (GID-HUM 390): Análisis Tecnológico y Cualitativo. Su experiencia docente e investigadora está relacionada con la tecnología educativa y la formación del profesorado. <https://orcid.org/0000-0002-0689-6317>

Contribución de autores. J. B.-O. y A. P.-R. han participado a partes iguales en la elaboración de todos los apartados que constituyen este proyecto y aportación académica.

Rediseño de portales para la Wikipedia en español

Agustín Zanotti Gordillo

*Profesor de la Universidad Nacional de Villa María y de la Universidad Nacional de Córdoba/
Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina)*

azanotti@unvm.edu.ar | <https://orcid.org/0000-0002-7662-7593>

Extracto

Este artículo presenta una experiencia de investigación-acción en la enciclopedia Wikipedia en español. Se realizó sobre el espacio de portales, los cuales permiten la selección y curación de contenidos y la creación de recorridos temáticos. Para ello se elaboró un diagnóstico sobre su estado actual y se generaron instancias colaborativas a partir de tecnología wiki. En función de una situación definida por el declive en la participación, las acciones apuntaron a reactivar los espacios, actualizar la infraestructura y contenidos, mejorar el acceso desde dispositivos y facilitar su presentación en conjunto.

Las intervenciones se realizaron por un equipo interdisciplinario de docentes y estudiantes universitarios (hombres y mujeres) durante 2020-2021, en colaboración con editores voluntarios. En total, fueron rediseñados unos 120 portales. Los resultados demuestran algunas potencialidades de la Wikipedia como recurso educativo abierto (REA). Junto con ello, se reflexiona sobre los desafíos de la producción colaborativa entre pares en entornos sociotécnicos. La metodología complementa el análisis de registros y datos disponibles en la plataforma, junto con la sistematización de la experiencia.

Palabras clave: alfabetización informacional; cooperación educacional; difusión del saber científico; educación informal; nuevas tecnologías; sociedad de la información; sociología de la tecnología; tecnología de la comunicación.

Recibido: 14-09-2021 | Aceptado: 09-03-2022 | Publicado: 07-09-2022

Cómo citar: Zanotti Gordillo, A. (2022). Rediseño de portales para la Wikipedia en español. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 155-176. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.790>



Redesign of portals for the Spanish Wikipedia

Agustín Zanotti Gordillo

*Profesor de la Universidad Nacional de Villa María y de la Universidad Nacional de Córdoba/
Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina)*
azanotti@unvm.edu.ar | <https://orcid.org/0000-0002-7662-7593>

Abstract

The article presents an action-research experience in the Wikipedia encyclopedia in Spanish. It was carried out on the space of portals, which allow the selection and curation of content and the creation of thematic tours. For this, a diagnosis was made of its current state and collaborative instances were generated from wiki technology. Based on a situation defined by the decline in participation, the actions aimed at reactivating the spaces, updating the infrastructure and content, improving access from devices and facilitating its joint presentation.

The interventions were carried out by an interdisciplinary team of university teachers and students (men and women) during 2020-2021, in collaboration with volunteer editors. As a result, about 120 portals were redesigned. The results show some potential of Wikipedia as an open educational resource (OER). Along with this, it reflects on the challenges of collaborative production among peers in sociotechnical environments. The methodology complements the analysis of records and data available on the platform, along with the systematization of experience.

Keywords: information literacy; educational cooperation; dissemination of scientific knowledge; informal education; new technologies; society of information; sociology of technology; communication technology.

Received: 14-09-2021 | Accepted: 09-03-2022 | Published: 07-09-2022

Citation: Zanotti Gordillo, A. (2022). Redesign of portals for the Spanish Wikipedia. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 155-176. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.790>

Sumario

1. Introducción
 - 1.1. La Wikipedia en el ecosistema de las plataformas
 - 1.2. La Wikipedia como REA
 2. Método
 3. Hacia un diagnóstico de los portales
 - 3.1. Situación actual
 4. Acciones realizadas
 - 4.1. Reactivación del wikiproyecto
 - 4.2. Mantenimiento
 - 4.3. Mejoras en los contenidos
 - 4.4. Visualización desde el móvil
 - 4.5. Presentación de conjunto
 5. Consideraciones finales
- Referencias bibliográficas
- Anexo. Portales rediseñados

Nota: el autor del artículo declara que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este estudio 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

El artículo presenta una experiencia de investigación-acción sobre la enciclopedia Wikipedia en español. Se realizó sobre el espacio de portales temáticos, los cuales posibilitan la creación de recorridos y la selección y curación de contenidos. En la actualidad, existen más de 500 portales. Entre las categorías más relevantes se encuentran arte, ciencia, cultura y sociedad, deporte, entretenimiento, geografía, historia, política, religión y tecnología.

El objetivo general fue diagnosticar el estado de situación de los portales y orientar una planificación de mejoras y actualización de estos espacios. Los objetivos específicos se centraron en reconstruir la evolución de los portales y el funcionamiento de los mismos desde su creación, en elaborar un diagnóstico sobre su estado actual y en generar instancias participativas, a partir de tecnología wiki, para la creación, edición y discusión de objetos digitales.

La metodología utilizada complementa el análisis de registros y datos disponibles en la plataforma, con una sistematización de experiencia con foco en el proceso desarrollado y su interpretación crítica.

Las intervenciones se realizaron por un equipo interdisciplinario de docentes y estudiantes universitarios durante 2020-2021, en colaboración con editores voluntarios. En función de una situación definida por el declive de la participación en los portales, las acciones realizadas apuntaron a reactivar los espacios de colaboración, actualizar la infraestructura y el contenido, mejorar el acceso desde dispositivos y facilitar su presentación de conjunto. Para ello se utilizaron recursos y herramientas disponibles en diferentes ediciones idiomáticas con vistas a facilitar la edición y el mantenimiento. Como consecuencia, fueron rediseñados 120 portales y se generó un plan de trabajo futuro.

La presentación se estructura del siguiente modo. En primer lugar, se retoman debates sobre la Wikipedia y el lugar de las plataformas abiertas sin fines de lucro en el ecosistema informacional actual. Definimos la enciclopedia como un recurso educativo abierto que se vincula de diversos modos con el ámbito educativo. A continuación, presentamos un breve panorama de la evolución de los portales, desde su surgimiento hasta la actualidad. A partir del estado de situación definido, presentamos la experiencia y las actividades desarrolladas. Las consideraciones finales reflexionan sobre los alcances de la iniciativa y sus posibles proyecciones futuras.

Los resultados demuestran algunas potencialidades de la Wikipedia como REA. Junto con ello, se reflexiona sobre los desafíos de la producción colaborativa entre pares en entornos sociotécnicos.

1.1. La Wikipedia en el ecosistema de las plataformas

La Wikipedia es una enciclopedia libre, políglota y editada de manera colaborativa. Se basa en las contribuciones descentralizadas entre pares de un gran número de personas (Benkler, 2006), en un proceso iterativo e incremental¹ de desarrollo y corrección (Benkler *et al.*, 2015; Crees *et al.*, 2016).

Con datos de 2022, la Wikipedia es el sitio número 13 más visitado de internet a nivel global (Alexa, 2022). Una tendencia reciente es el acceso desde dispositivos móviles. En 2017 estos accesos superaron por primera vez a los de escritorio y, en 2021, aproximadamente, dos de cada tres visualizaciones se realizaron en móviles (757 sobre 486 millones) (Wikimedia, 2021a).

Solo la Wikipedia en español mantiene unos 1.200 millones de visualizaciones mensuales. Dichas visualizaciones han permanecido estables durante los últimos cinco años (Wikimedia, 2021a). La pandemia provocada por la COVID-19 marcó picos de acceso durante los meses de abril y mayo de 2020 que alcanzaron los 1.560 millones cada mes (Zanotti, 2021).

La Wikipedia en español se ubica entre las diez mayores ediciones y sus principales comunidades editoras están ubicadas en España (29,70 %), México (13,40 %), Argentina (11,50 %), Colombia (7,40 %), Perú (7,30 %) y Chile (7 %) (Wikipedia, 2022c).

Ello demuestra su impacto como fuente de conocimiento y su incidencia en la coyuntura actual, donde reaparecen discusiones sobre brechas educativas vinculadas al acceso al conocimiento mediado por plataformas digitales (Dussel, 2020). A la vez, redobla la necesidad de considerar la enciclopedia y sus contenidos en un entorno multidispositivo.

El estudio busca ubicar la enciclopedia libre como parte de un ecosistema global de medios conectivos (Van Dijck, 2016). Algunas particularidades del proyecto Wikimedia son su constitución como fundación sin fines de lucro, su política editorial basada en la verificabilidad, el punto de vista neutral y la ausencia de amplificación algorítmica (Keegan, 2020).

Ford (2015) sostiene que la Wikipedia puede considerarse una «fábrica de hechos». Esto se debe a una serie de procesos, entre los que destacan la revalorización de una idea de sabiduría colectiva inspirada en los principios del código abierto y en la ley de Torvalds².

¹ El término «iterativo» e «incremental» (o creciente) se utiliza en las metodologías de proyectos ágiles (Online Business School [OBS], 2013).

² Se trata de la afirmación de Linus Torvalds, elaborada como principio por Raymond (1999), que dice: «Dado un número elevado de ojos, todos los errores se vuelven obvios». Dichas palabras sintetizan una de las virtudes del modelo abierto (*open source*), aplicada a la producción de *software* y trasladada luego hacia otros dominios.

La información de la Wikipedia está siendo cada vez más «datificada» y extraída por terceros con el fin de alimentar una nueva generación de máquinas de respuesta que impulsan los motores de búsqueda y los asistentes virtuales (Ford, 2020).

La contracara de tal visibilidad es el riesgo de que la plataforma se vuelva dependiente para su inserción en el ecosistema. En la actualidad, un 75 % de las visitas provienen de motores de búsqueda (Alexa, 2022) y son pocos los recorridos temáticos que la enciclopedia propone. Junto con ello, reconocemos una cierta obsolescencia de la Wikipedia en relación con las principales plataformas comerciales, orientadas, en la última década, hacia la interactividad, el multimedia y la personalización de contenidos. La enciclopedia no cuenta con instancias de intercambio sincrónico (más allá de canales de IRC [*internet relay chat*]) y ofrece a los usuarios el mismo contenido, generando una suerte de esfera pública de discusión basada en producciones argumentativas textuales. Esto puede ser considerado, a la vez, una fortaleza y una debilidad, tal como se describe a continuación:

[La] Wikipedia ha mantenido el mismo diseño y filosofía desde que nació en 2001. Esta es una de las principales críticas que recibe, aunque sin duda también tiene sus ventajas. [...] Entre sus deficiencias aparece la longitud de las líneas de texto, que superan el número de caracteres recomendado para una lectura sencilla. Además, la portada contiene demasiada información y su presentación es pobre. Otras debilidades son la escasez de material multimedia o carecer de un buscador interno más potente y con más opciones de búsqueda (Uría, 2016, p. 17).

1.2. La Wikipedia como REA

Siguiendo la definición de la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), el concepto de «REA» se refiere a «cualquier recurso educativo [...] que esté plenamente disponible para ser usado por educadores y estudiantes, sin que haya necesidad de pagar regalías o derechos de licencia» (Butcher *et al.*, 2015, p. 5). La Wikipedia se incluye dentro de los REA generados fuera de la educación formal (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2007). La enciclopedia representa la confluencia entre los REA y la Web 2.0: «Es un gigantesco repositorio abierto de conocimiento y de información, con un gran potencial de uso en procesos de aprendizaje en todos los niveles educativos» (Lerga Felip y Aibar Puentes, 2015, p. 6).

Un recurso educativo se convertirá en abierto de acuerdo con su licencia, permitiendo a los usuarios copiarlo sin restricciones, modificarlo y redistribuirlo (Pagola y Zanotti, 2019). En el caso de la Wikipedia, sus contenidos se comparten bajo licencias Creative Commons Attribution/Share-Alike y GNU Free Documentation License, ambas con cláusula *copyleft* (Wikipedia, 2021b).

Los usos educativos de la enciclopedia son diversos. En principio, observamos el uso por parte de estudiantes para la resolución de tareas y asignaciones de clase, con o sin consentimiento docente. Otras experiencias van más allá y buscan explorar sus potencialidades de alfabetización digital. La Wikipedia permite conectar a lectores y editores con diversas comunidades, al tiempo que enseña sobre la necesidad de verificar y plantearse interrogantes sobre las fuentes de información (Di Lauro y Johinke, 2017). Las tareas de edición movilizan la explicitación de argumentos en secciones de discusión y el pensamiento crítico. Junto con ello, promueven el trabajo colaborativo y la adquisición de competencias informacionales (Tramullas, 2016).

Para promover tales posibilidades, en 2010 se creó el Programa de Educación de Wikipedia. El mismo lleva a cabo unas 80 iniciativas a nivel global:

Los educadores pueden encargar a sus alumnos que contribuyan a Wikipedia sobre temas relacionados con el curso. Los estudiantes pueden contribuir a los proyectos de Wikimedia para el servicio a la comunidad, como parte de un club o un campamento, o en *editatones*, *hackatones* y talleres. Los profesores pueden aprender a editar en Wikipedia como parte de su formación docente o descubrir nuevas formas de incorporar los proyectos Wikimedia al proceso pedagógico en conferencias (Wikimedia, 2021b, s. p.).

En los últimos años se ha incorporado, además, Programs & Events Dashboard, una herramienta que ayuda a la gestión y seguimiento de proyectos en la Wiki. Hasta el momento hay más de 3.400 iniciativas registradas (Meta-Wiki, 2022).

A pesar de los avances, la Wikipedia continúa siendo un recurso algo cuestionado en educación. Algunos motivos incluyen conceptos erróneos sobre la enciclopedia, dudas sobre su calidad, inquietud sobre el sistema de revisión y una carencia de estímulos específicos para su utilización o participación (Konieczny, 2016).

2. Método

El proceso de mejora de portales se inscribe en un enfoque de investigación-acción. Este promueve una articulación entre prácticas «situadas», la reflexión y la construcción de conocimiento, en un proceso continuo y «espiralado» (Fals Borda, 1990). La intervención se basó en actividades de producción colaborativa de objetos digitales en Wikimedia, así como en la discusión de proyectos. También se realizaron *editatones* y eventos presenciales de mejora de contenidos temáticos, organizados junto a instituciones educativas y culturales locales³.

³ Un detalle de estas experiencias puede encontrarse en Aimar *et al.* (2021).

Además de las tareas de edición, se realizaron jornadas de difusión en temas de acceso abierto al conocimiento. Las actividades se enmarcan en el Programa Circulación del Conocimiento, Comunicación y Educación en la Cultura Digital, llevado a cabo en la Universidad Nacional de Villa María (Argentina). El equipo interdisciplinario de colaboradores estuvo compuesto por docentes, profesionales, investigadores y estudiantes de áreas de tecnología, ciencias sociales y humanidades. Los objetivos de investigación-acción resultaron convergentes con la estrategia 2030 del movimiento Wikimedia, la cual promueve la generación de infraestructura y la equidad para el conocimiento abierto.

La investigación aprovechó las posibilidades de Wikimedia en tanto plataforma abierta, ya que mantiene registros, analíticas y conjuntos de datos de libre disponibilidad. Los históricos y las secciones de discusión permitieron, por su parte, reconstruir la actividad de los usuarios en la plataforma. En este estudio se utilizaron las herramientas Wikimedia Statistics (estadísticas y tendencias generales de actividad por proyectos), Pageviews (reportes sobre visualizaciones de entradas), PetScan (permite filtrar artículos de acuerdo con espacios de nombres y propiedades) y XTools (métricas de artículos en tamaño, ediciones y editores).

Para la construcción del diagnóstico se utilizó la herramienta Petscan (rastreador de artículos filtrados por categorías y propiedades). Ello permitió trabajar con la totalidad de las páginas creadas en el espacio de portales y extraer información sobre su fecha de creación y su modificación más reciente.

La sistematización de la experiencia puso el foco en la recuperación del proceso vivido, para lo cual fue necesario reconstruir la historia, ordenar y clasificar la información, analizar y sintetizar, hacer una interpretación crítica, y formular conclusiones y recomendaciones (Pereira, 2016). Esto se complementó con una descripción de los portales e intervenciones realizadas. El periodo reseñado discurrió entre julio de 2020 y junio de 2021.

3. Hacia un diagnóstico de los portales

La creación de portales en la Wikipedia en español se inició en 2005, tomando como referentes las ediciones inglesa y polaca. La propuesta fue definida en el Café, espacio donde editores y usuarios pueden intercambiar sus propuestas y políticas. Meses después se creó un espacio de nombres para su desarrollo (Portal)⁴. Este tipo de entradas cuentan con secciones y enlaces, similares a una portada, cuyos objetivos son (Wikipedia, 2022d):

⁴ En la Wikipedia, un espacio de nombres es una clasificación principal de las páginas creadas en función de su contenido: artículos enciclopédicos, contenido de usuario, de proyectos, etc. (Wikipedia, 2021a). A lo largo del texto se mantienen las denominaciones originales para los espacios de nombres, plantillas y proyectos.

- Ayudar a los lectores/editores a navegar por las áreas temáticas de la Wikipedia.
- Presentar en un único lugar los contenidos más destacados de la Wikipedia en cada área.
- Facilitar las tareas de edición en esas áreas mediante una presentación útil, atractiva y ergonómica, así como un buen mantenimiento.

Al igual que el resto de las entradas, deben cumplir las políticas de contenido de la Wikipedia (punto de vista neutral, fuentes fiables, licencia libre, verificabilidad, estilo, entre otras).

En 2006, el espacio de portales se incluyó en la portada principal de la Wikipedia en español, reemplazando a las anteriores categorías. En comparación con el anterior listado de artículos temáticos, los portales permitían dirigir hacia contenido seleccionado, como artículos buenos y destacados. También posibilitaba crear recorridos temáticos y vínculos hacia otros proyectos Wikimedia. Para ello se creó la Plantilla: Portales con una selección de temas principales (Wikipedia, 2019).

En poco tiempo, los portales alcanzaron una cobertura sobre temas principales, como arte, ciencia, cultura y sociedad, deporte, religión y tecnología. Surgieron asimismo gran cantidad de portales geográficos sobre continentes, países, provincias y ciudades. Con la finalidad de organizar los portales, se creó el Portal: Portada, que cuenta con enlaces agrupados por categorías y permite acceder a la totalidad de portales disponibles.

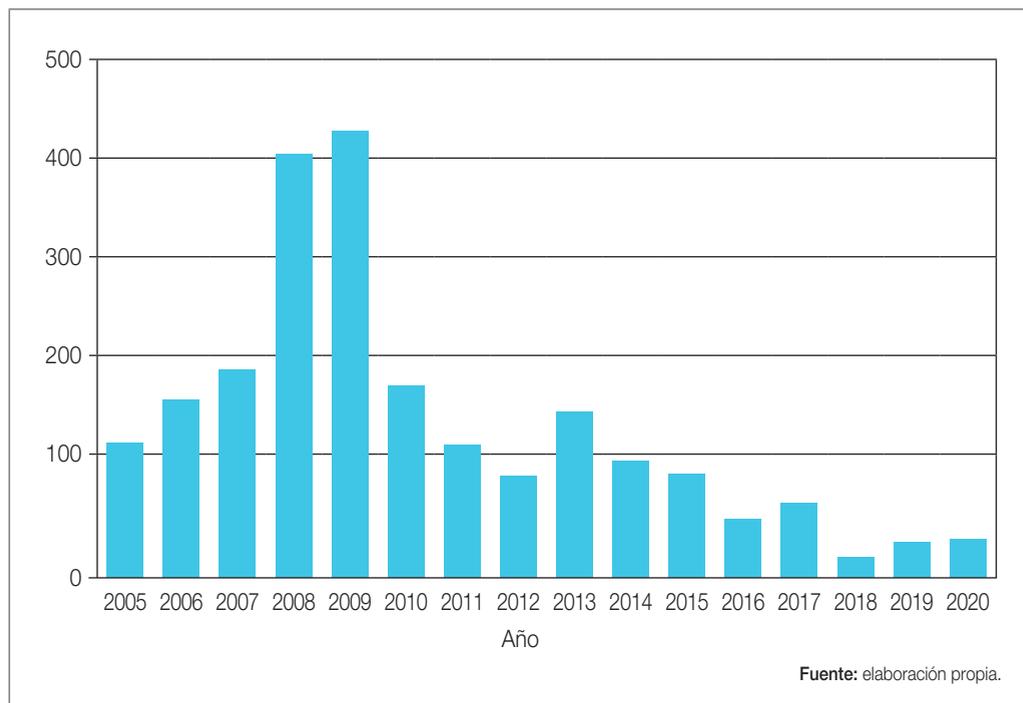
Hacia 2008 se creó el Wikiproyecto: Portales, con el objetivo de mejorar los espacios y ofrecer asistencia técnica sobre su diseño. La edición de portales es algo más compleja que la de entradas enciclopédicas. Mientras las últimas se basan en lenguaje de marcas MediaWiki y cuentan con un editor visual –similar a un procesador de textos–, los primeros requieren un conocimiento básico de HTML para su composición. El Wikiproyecto: Portales puso a disposición plantillas que facilitaban la creación de encabezados y secciones, así como modelos y convenciones. Se definió que un portal destacado debía contar con las siguientes características (Wikipedia, 2015):

- Ejemplificar nuestros mejores trabajos.
- Englobar los mejores contenidos de la Wikipedia en un área y animar a seguir colaborando en esa área.
- Ser útil, atractivo, ergonómico y bien mantenido.
- Mantenerse fiel a los estándares del manual de estilo y de los pertinentes wikiproyectos.
- Tener las imágenes necesarias, con buenas fotografías y las licencias correctas.

A través de la herramienta Petscan, podemos seguir la evolución de las páginas creadas en el espacio Portales (véase figura 1) y observar un periodo de fuerte actividad en los prime-

ros años, destacando 2008 y 2009. A partir de 2010, observamos una cantidad de páginas creadas inferior a 200 anuales, mientras que desde 2015 se ubica por debajo de 100. Esta tendencia se corresponde con una menor actividad sobre las entradas ya creadas. Siguiendo la misma fuente, 700 páginas de portales no fueron actualizadas en los últimos cinco años.

Figura 1. Páginas creadas en el espacio Portales



Esto fue unido a una menor participación en los wikiproyectos. Se trata de espacios donde los editores se coordinan para mejorar artículos relacionados con un área o tema particular (Zanotti y Magallanes Udovicich, 2019). Según fuentes de la enciclopedia, de los 290 wikiproyectos actualmente existentes, 189 se encuentran inactivos (Wikipedia, 2021c). La perspectiva original era que cada wikiproyecto se encargara del mantenimiento de sus respectivos portales. El declive de los primeros conllevaba, por tanto, un abandono de los últimos. Como consecuencia, comenzaron a aparecer problemas de mantenimiento general, falta de actualización, una estructura obsoleta y «vandalismo»⁵ que interfieren la lectura y visualización.

⁵ «Vandalismo» es la expresión utilizada para referirse a ediciones malintencionadas, blanqueo de páginas, lenguaje soez o inserción de contenidos incorrectos.

En un periodo reciente, algunas iniciativas han buscado generar soluciones sistémicas para los portales. En 2017 se creó la Plantilla: Base de Portal, la cual permite generar diseños estandarizados con posibilidades de personalización. Esta incorpora funciones como la rotación de artículos e imágenes destacadas y la importación de contenido de actualidad.

En un periodo reciente, algunas iniciativas han buscado generar soluciones sistémicas para los portales. La Plantilla: Base de Portal permite crear diseños estandarizados

Hasta el momento, 100 portales utilizan esta plantilla, lo que constituye menos del 20 % del total (Wikipedia, 2017). La misma presenta, sin embargo, ciertas dificultades. En principio no fue pensada para adaptarse a pantallas pequeñas, pues utiliza tablas para producir columnas y apartados.

En simultáneo, se creó la Plantilla: Extracto, que sirve para reutilizar partes o secciones de artículos mediante transclusión⁶. Esto reduce el mantenimiento, al evitar contenido duplicado e incentivar la fusión de temas relacionados (Wikipedia, 2022a). En el momento del estudio, 275 páginas de portales la utilizaban (Wikipedia, 2020a).

Ambas plantillas mejoran las posibilidades ofrecidas por los portales. De todo lo anteriormente expuesto se evidencia una brecha entre la Wikipedia en español y la de otros países, como la Wikipedia inglesa, que cuenta con herramientas para generar mayor interactividad, mejoras visuales y automatización de tareas.

Asimismo, en 2019 se elaboró una propuesta de política para regular el funcionamiento de los portales. Esta fue discutida y votada en una encuesta que recogió la opinión de la comunidad sobre el estado de la cuestión. Entre las alternativas, se planteó incluso la posibilidad de eliminar por completo estos espacios, aunque esta moción no fue secundada. La nueva política establece una clasificación por relevancia: portal primario, aquel que trata un tema que ha sido considerado útil mediante consenso comunitario; y portal secundario, el que no pueda ser considerado primario por no existir consenso sobre su utilidad (Wikipedia, 2020d).

La estandarización mediante Plantilla: Base de portal será el formato preferido, ya que asegura el cumplimiento de las características definidas y facilita el mantenimiento. Los portales secundarios deberán ser debatidos previamente y presentados con preferencia dentro de un wikiproyecto y podrán ser borrados en caso de quedar inactivos (Wikipedia, 2020d).

⁶ En ciencias de la computación, «transclusión» es la inclusión de un documento o parte del mismo dentro de otro documento.

3.1. Situación actual

En julio de 2021, el Portal: Portada incluía un listado con 549 portales. Durante 2020 se accedió a estos portales un total de 6,27 millones de veces (Massviews Analysis, 2021). Entre ellos se incluyen los que podemos ver en el cuadro 1.

Cuadro 1. Cantidad de portales por categorías y subcategorías

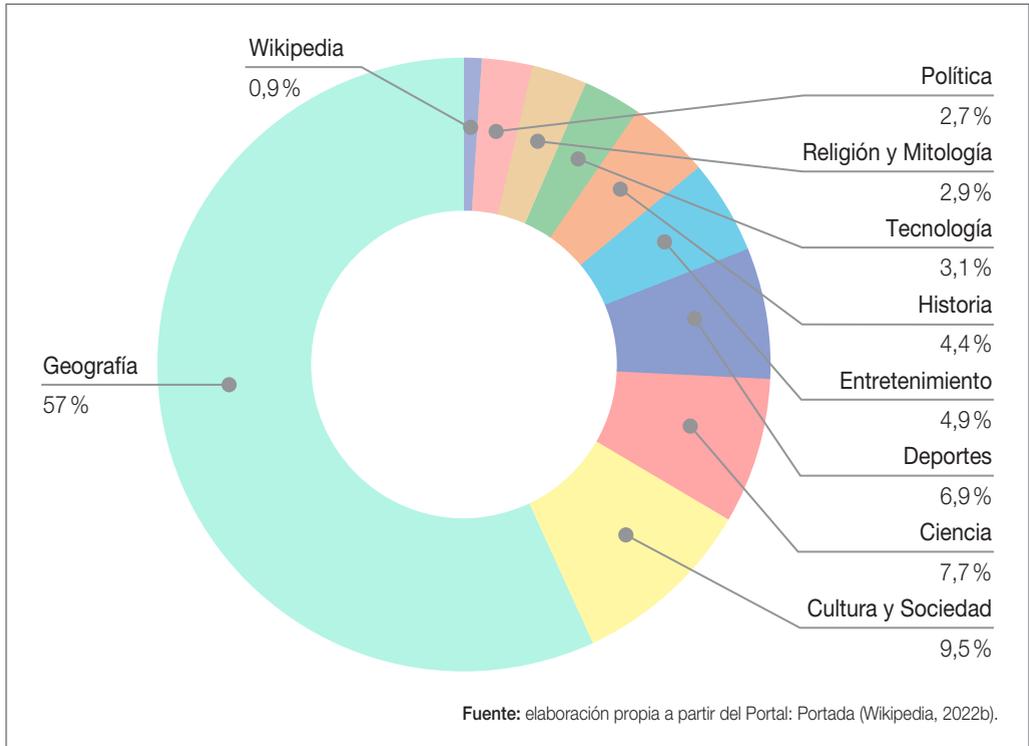
Ciencia (3)	Geografía (5)
Biología (11) Ciencias humanas y sociales (10) Ciencias naturales (9) Matemática (3) Salud (6)	África (47) América (134) Asia (35) Europa (82) Oceanía (10)
Cultura y sociedad	Historia
Arte (7) Lenguas (9) Literatura (6) Música (12) Biografías (18)	Periodos (6) Temas (18)
	Política (15)
	—
Deportes (31)	Religión y Mitología (16)
Deportes por país (7)	—
Entretenimiento (13)	Tecnología (5)
Cine, televisión e historieta (12) Videojuegos (2)	Informática (6) Transportes (6)
	Wikipedia (5)
	—

Nota. Las categorías aparecen destacadas en negrita.

Fuente: elaboración propia a partir del Portal: Portada (Wikipedia, 2022b).

Como se observa en la figura 2, los portales de Geografía son mayoría dentro de la enciclopedia, con una sobrerrepresentación de regiones de habla hispana o con mayor comunidad wikipedista. Les siguen los portales de Cultura y Sociedad, Ciencia, Deportes, Entretenimiento, Historia, Tecnología, Religión y Mitología y Política.

Figura 2. Porcentaje de portales por categoría



También existen cinco portales sobre Wikipedia:

- **Actualidad.** Información sobre eventos y temas en discusión, fallecimientos y conmemoraciones.
- **Comunidad.** Tablón de anuncios, páginas de ayuda, espacios de discusión, políticas y convenciones, canales de IRC, informes de errores y «vandalismo» en curso.
- **Día Internacional.** Fechas relevantes a nivel mundial.
- **Mantenimiento.** Listados de tareas pendientes, actividades e informes automáticos.
- **Estadísticas.** Tendencias generales de la enciclopedia, artículos más visitados y comparaciones entre ediciones.

Cabe destacar que las clasificaciones dentro de este listado fueron actualizadas como parte del proceso de intervención.

4. Acciones realizadas

Como parte de este proceso de intervención, se rediseñaron unos 120 portales (el listado completo se presenta en el anexo final). Las actividades realizadas se explican en los apartados siguientes de este estudio de investigación.

4.1. Reactivación del wikiproyecto

Como adelantamos, el Wikiproyecto: Portales reúne a los voluntarios interesados en contribuir con su desarrollo dentro de la enciclopedia. Por ese motivo, uno de los primeros pasos fue la reactivación del wikiproyecto.

Para ello se colocó un mensaje en la discusión y en el espacio de propuestas del Portal de la Comunidad. Junto a esto, se actualizó la lista de tareas y se revisó la documentación e información obsoleta, para contar con ayuda específica en el momento de editar. Se fue dejando registro de los últimos acontecimientos para coordinar el trabajo y motivar a nuevos participantes. También se agregaron temas relacionados con los problemas en las plantillas de portales y algunas de las soluciones disponibles.

A medida que el espacio fue activado, aparecieron editores voluntarios fuera del propio equipo. Sus contribuciones estuvieron, en general, más orientadas a la corrección de errores de código que al desarrollo de contenidos. Las secciones de discusión que acompañaban cada entrada generaron pocas respuestas, en ciertos casos con bastante retraso respecto del hilo de la conversación. Algunos usuarios experimentados sumaron recomendaciones, aunque el proceso fue en general poco debatido.

4.2. Mantenimiento

Las tareas de mantenimiento comenzaron en los portales del área de Ciencia y Tecnología, extendiéndose luego hacia otras temáticas. La selección se realizó en función de las motivaciones de los editores. Se priorizaron las categorías principales, ya que, según las estadísticas disponibles, eran las que concentraban la mayor parte de las visualizaciones.

Una de las dificultades encontradas fue la escasez de mantenedores activos. Estos son los encargados de hacer un seguimiento de los cambios realizados y resultan de utilidad para combatir las ediciones erróneas o malintencionadas. En varios casos los editores originales, creadores de los portales, ya no participaban en la comunidad.

Otro de los desafíos fue la falta de homogeneidad de los portales. Estos se crearon siguiendo diferentes modelos de base, a lo que se sumaba una mayor fragmentación, producto de ediciones descoordinadas a lo largo del tiempo. Por este motivo, se pretendió

establecer patrones, resolver errores y actualizar la sintaxis. Se procuró dejar documentado el código mediante comentarios, de modo que facilitara la edición a nuevos editores. Varias porciones de código fueron actualizadas de este modo.

Teniendo en cuenta las deficiencias identificadas en Plantilla: Base de Portal, se priorizó la mejora del código ya disponible. Se optó por mantener la identidad visual de los portales para respetar en lo posible el trabajo de editores precedentes. También se redefinieron las secciones de actualidad. En el pasado estas ofrecían información temática del portal hermano Wikinoticias. El soporte de estas secciones estaba desactualizado, por lo que se decidió reemplazar los enlaces para que redirigieran a artículos actualmente disponibles en el Portal: Actualidad.

4.3. Mejoras en los contenidos

Se utilizó la Plantilla: Extracto en todas las ocasiones donde fue posible, que es la manera de transcluir versiones actualizadas de las entradas y evitar duplicaciones. Muchos portales presentaban contenido fijo y basado solo en texto, lo cual era poco atractivo y desmotivaba el reingreso. Como solución, se implementó la rotación de artículos e imágenes seleccionadas, de modo que los portales fueran cambiando con el paso de las semanas o de los meses.

Como anticipamos, los portales buscan poner en primer plano contenidos de calidad. En función de esto, se utilizaron listados temáticos de artículos destacados y buenos que estuvieran disponibles en la enciclopedia⁷. En otros casos se utilizó la herramienta Petscan, que permite generar listas personalizadas en función de las categorías y de las propiedades de las entradas, para seleccionar contenidos.

El uso de extractos reveló, sin embargo, que varios de los artículos de base presentaban baja calidad. Ello quedaba reflejado en ocasiones en plantillas de advertencia, que identificaban un conjunto de problemas, como falta de referencias, mantenimiento o estilos de escritura. En función de esto, fue necesario, en primer lugar, mejorar estas entradas para que luego los cambios se vieran reflejados en los portales.

Siguiendo el principio de «no reinventar la rueda», se buscaron ideas en otras ediciones idiomáticas. En ocasiones se realizaron traducciones de otras Wikipedias y se incluyeron imágenes y contenidos que ya formaban parte de proyectos hermanos, como Wikimedia Commons. Se seleccionaron, además, temas relevantes en función de su actualidad o cobertura. En algunos casos se incorporaron frases destacadas y secciones transversales para abordar sesgos regionales o de género previamente identificados (Aimar *et al.*, 2021). Algunos ejemplos son «biografías iberoamericanas» y «mujeres en ciencia».

⁷ Los listados están disponibles en https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Art%C3%ADculos_destacados y https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Art%C3%ADculos_buenos.

Se crearon, asimismo, nuevos portales, referidos a temáticas como Alimentación, Ciencia, COVID-19 y Sexualidad, reuniendo diferentes perspectivas. Se sumaron dos plantillas con enlaces a portales temáticos en áreas de Arte y Lengua para favorecer el acceso y mejorar la visibilidad de las mismas.

4.4. Visualización desde el móvil

Como se anticipó, uno de los problemas identificados fue la visualización en dispositivos móviles. Durante los últimos años, el móvil se ha convertido en el medio principal de acceso a los contenidos de la Wikipedia. En función de la exploración de ediciones en otros idiomas de la Wikipedia, se determinó que la solución más simple era implementar la etiqueta <portal-column>. Dicha etiqueta permitía definir columnas que se comportaban de modo diferencial según el tamaño de la pantalla, desplazándose hacia abajo en pantallas pequeñas. Esto facilitaba que el contenido se visualizara correctamente, sin necesidad de desplazamientos laterales (véase figura 3). Más de 100 portales fueron reade cuados en función de este criterio

También se modificaron algunos parámetros de Plantilla: Base de Portal, reduciendo bordes e incrementando el espacio destinado al contenido.

Una reestructuración mayor del código se encuentra en fase de pruebas (Wikipedia, 2020c) y ya se utiliza de modo experimental en portales en desarrollo (véase figura 4).

Figura 3. Portal: COVID-19 (visualización en móviles)

Portal del COVID-19

Síntomas de COVID-19

(enfermedad por coronavirus 2019)

- Sistémicos:**
 - Fiebre
 - Fatiga
- Respiratorios:**
 - Tos seca
 - Dificultad respiratoria
 - Dolor de garganta*
 - Rinorrea (goteo nasal)*
 - Estornudos*
- Riñones:**
 - Disminución de funcionamiento
- Intestinos:**
 - Diarrea*
- Sistema circulatorio:**
 - Disminución de glóbulos en sangre*

* Síntomas inco munes.

Síntomas más comunes de COVID-19

La **enfermedad por coronavirus de 2019**, más conocida como **COVID-19**, e incorrectamente llamada **neumonía por coronavirus**, es una **enfermedad infecciosa** causada por el virus **SARS-CoV-2**.

Produce síntomas similares a los de la **gripe** o **catarro**, entre los que se incluyen **fiebre**, **tos**, **disnea**, **mialgia** y **fatiga**. En casos graves se caracteriza por producir **neumonía**, **síndrome de dificultad respiratoria aguda**, **sepsis** y **choque séptico** que conduce a cerca del 3,75 % de los infectados a la muerte según la OMS.

Fuente: <https://es.m.wikipedia.org/wiki/Portal:COVID-19>

Figura 4. Portal: Alimentos (visualización en escritorio)

Uno o varios **wikipedistas** están trabajando actualmente en esta página. Es posible que a causa de ello haya lagunas de contenido o deficiencias de formato.

Si quieres, puedes ayudar y editar, pero antes de realizar correcciones mayores contáctalos en sus [páginas de discusión](#) o en [la de la página](#) para poder coordinar la redacción.

Portales de Wikipedia: [Arte](#) • [Ciencias Naturales](#) • [Ciencias Sociales](#) • [Deporte](#) • [Geografía](#) • [Historia](#) • [Religión](#) • [Tecnología](#)

Bienvenido/a al

Portal de Alimentos

Alimento es cualquier sustancia consumida para proporcionar apoyo nutricional a un **ser vivo**. Los alimentos suelen ser de origen **vegetal**, **animal** o **fúngico** y contienen **nutrientes** esenciales, como **carbohidratos**, **grasas**, **proteínas**, **vitaminas** o **minerales**. La sustancia es ingerida por un organismo y asimilada por las células del organismo para proporcionar energía, mantener la vida o estimular el crecimiento. Las diferentes especies de animales tienen diferentes comportamientos de alimentación que satisfacen las necesidades de sus **metabolismos** únicos, a menudo evolucionados para llenar un **nicho ecológico** específico dentro de contextos geográficos específicos.

[Leer más...](#)

• Alimentos

La **avellana** es el **fruto** de tipo nuez del avellano común, *Corylus avellana*. Etimológicamente proviene del latín *nux abellana*, «fruto seco o nuez de **Avella**», pueblo de la provincia italiana de **Avellino**. Tiene forma esferoidal, con un diámetro aproximado de 10 a 15 mm. Está formada por una cáscara fibrosa externa que rodea una cubierta lisa en la que se aloja la **semilla**. La cáscara fibrosa se seca durante la maduración.

[Leer más...](#)
[Más alimentos](#)

• Por dónde empezar...

Lo básico

[Bienvenidos](#) · [Cómo colaborar](#) · [Comunidad](#) · [Ayuda](#)

Normas

[Los cinco pilares](#) · [Lo que Wikipedia no es](#) · [Derechos de autor](#)

Wikiproyecto principal

[Wikiproyecto Alimentos](#)

• Categorías relacionadas

▼ **Alimentos**

- ▶ [Alimentos por forma](#)
- ▶ [Alimentos por tipo](#)
- ▶ [Bancos de alimentos](#)
- ▶ [Confitería](#)
- ...

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Portal:Alimentos>

4.5. Presentación de conjunto

Hacia el final del proceso, se trabajó sobre la entrada principal Portal: Portada y se ajustaron los criterios de clasificación de los portales para reflejar adecuadamente la situación actual. Con la finalidad de ampliar su visibilidad, se incluyeron enlaces hacia los portales en los artículos de cada área temática. Está pendiente una reestructuración similar en la

Plantilla: Portales, dentro de la portada principal de la Wikipedia en español. Para realizar esta modificación es necesario, sin embargo, establecer un proceso de deliberación y consenso comunitario.

5. Consideraciones finales

El artículo repasa una experiencia de edición sobre los portales temáticos de la Wikipedia en español. A lo largo del recorrido, observamos la evolución de estos espacios desde su surgimiento hasta la actualidad. Los portales se utilizan para generar una presentación temática de contenidos, con recorridos curados colaborativamente. Habilitan la participación entre docentes, estudiantes y especialistas, permitiendo la interacción entre editores con diferentes niveles de *expertise*. Si bien en la actualidad no son una fuente principal de consulta –comparado con el acceso desde motores de búsqueda u otras vías–, pueden contribuir a robustecer los objetivos educativos de la Wikipedia.

Con un abordaje de investigación-acción y una estrategia de sistematización de la experiencia, utilizamos analíticas y registros para diagnosticar su estado inicial y avanzar en un proceso de rediseño. Se determinó una situación marcada por el declive de la participación en los portales. Las intervenciones realizadas durante el periodo apuntaron a reactivar los espacios de colaboración, a mejorar los contenidos y a acceder desde dispositivos, estandarizar y documentar los procesos, así como a optimizar su presentación de conjunto. Para ello se utilizaron recursos y herramientas disponibles, con vistas a facilitar la creación de entradas y mantenimiento. Como consecuencia de esta iniciativa, unos 120 portales fueron actualizados.

El trabajo demuestra la complejidad de los proyectos de colaboración masiva entre pares, donde los aportes se integran de manera descentralizada, en función de una diversidad de motivaciones. En la experiencia presentada se observan dificultades a la hora de sostener intercambios en el tiempo y construir definiciones comunes, lo cual puede conducir a que algunas iniciativas se vean interrumpidas. Los cambios se realizan de modo incremental, en largos periodos temporales, lo cual dificulta además la valoración de los resultados alcanzados. Es por ello que, entre los desafíos futuros, podrán incorporarse herramientas de seguimiento como Programs & Events Dashboard, que permiten medir las interacciones entre editores. Por su parte, las estadísticas sobre visualizaciones permitirán ponderar el uso de estos REA a mediano plazo.

Queda aún mucho por hacer en los espacios de portales. Estos deberán avanzar hacia una mayor interactividad, incrementar su utilidad e interés y mejorar su aspecto visual, entre otras cosas. Las nuevas políticas consensuadas deberán ponerse a prueba frente al declive de ciertos espacios comunitarios como los wikiproyectos. Esperamos, en este sentido, continuar realizando contribuciones sobre distintas temáticas, en conjunto con instituciones educativas y culturales.

En su conjunto, la intervención permitió reflexionar sobre los desafíos de la producción colaborativa entre pares en entornos sociotécnicos. En el caso concreto de la Wikipedia, hemos observado que la evolución de los contenidos y las innovaciones en su plataforma interactúan con transformaciones de sus dinámicas comunitarias.

El camino recorrido presenta solo una de las posibilidades de vinculación con el ámbito educativo, apuesta que se viene desarrollando durante los últimos años desde múltiples enfoques.

Esta intervención permitió reflexionar sobre los desafíos de la producción colaborativa entre pares en entornos sociotécnicos

Referencias bibliográficas

- Aimar, L., Pagola, L. I. y Zanotti, A. (2021). Editatones para el abordaje de sesgos en Wikipedia en español. Análisis de tres experiencias de edición colectiva y simultánea sobre la enciclopedia libre. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 22(12), 66-83.
- Alexa. (2022). *The Top 500 Sites on the Web*. <https://perma.cc/8WAP-NTCA>
- Benkler, Y. (2006). *The wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom*. Yale University Press.
- Benkler, Y., Shaw, A. y Hill, B. M. (2015). Peer production: a form of collective intelligence. En T. Malone y M. Bernstein, *Handbook of Collective Intelligence*. MIT Press.
- Butcher, N., Kanwar, A. y Uvalic-Trumbic, S. (2015). *Guía básica de recursos educativos abiertos*. UNESCO.
- Crees, U., Moskaliuk, J. y Jeong, H. (Eds.). (2016). *Mass Collaboration and Education*. Springer.
- Di Lauro, F. y Johnke, R. (2017). Employing Wikipedia for good not evil: innovative approaches to collaborative writing assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 42(3), 478-491.
- Dussel, I. (2020). *La clase en pantuflas. Conversatorio virtual con Inés Dussel*. <https://bit.ly/35t28vS>
- Fals Borda, O. (1990). *El problema de cómo investigar la realidad para transformarla*. Tercer Mundo Editores.
- Ford, H. (2015). *Fact Factories: Wikipedia and the Power to Represent* (Disertación doctoral, Universidad de Oxford).
- Ford, H. (2020). Rise of the underdog. En J. Reagle y J. Koerner (Eds.), *Wikipedia @ 20*. MIT Press.
- Keegan, B. (2020). An encyclopedia with breaking news. En J. Reagle y J. Koerner (Eds.), *Wikipedia @ 20*. MIT Press.
- Konieczny, P. (2016). Teaching with Wikipedia in a 21st-century classroom: perceptions of Wikipedia and its educational benefits. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 67(7), 1.523-1.534.
- Lerga Felip, M. y Aibar Puentes, E. (2015). *Guía de buenas prácticas para el uso docente de Wikipedia en la universidad*. Universitat Oberta de Catalunya.
- Massviews Analysis. (2021). *Wikimedia Toolforge*. <https://bit.ly/3tuBcE5>
- Meta-Wiki. (2022). *Programs & Events Dashboard*. <https://bit.ly/3KpV1TT>
- OBS. (2013). *Descubre el Agile Project Management*.
- OCDE. (2007). *On the Sustainability of Open Educational Resource Initiatives in Higher*

- Education*. Centre for Educational Research and Innovation (CERI).
- Pagola L. y Zanotti, A. (2019). Discusiones en torno a la definición de abierto en los recursos educativos abiertos (Acta de congreso). *Workshop sobre Prácticas Educativas Abiertas*. San Luis, Argentina.
- Pereira, L. (2016). *Sistematización etnográfica: una propuesta para la evaluación de experiencias de desarrollo comunitario*. Fondo Editorial UNERMB.
- Tramullas, J. (2016). Competencias informacionales básicas y uso de Wikipedia en entornos educativos. *Revista Gestión de la Innovación en Educación Superior*, 1(1), 73-88.
- Uría, I. (2016). Entrevista a Jimmy Wales, fundador de Wikipedia. *Nuestro Tiempo*, 690, 6-17.
- Van Dijck, J. (2016). *La cultura de la conectividad: una historia crítica de las redes sociales*. Siglo Veintiuno.
- Wikimedia. (2021a). *Estadísticas de Wikimedia*. <https://bit.ly/3CfQUqs>
- Wikimedia. (2021b). *Programa de educación de Wikipedia*. <https://bit.ly/3MnVasF>
- Wikipedia. (2015). *Wikipedia: qué es un portal destacado*. https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Qu%C3%A9_es_un_portal_destacado
- Wikipedia. (2017). *Categoría: Wikipedia: portales estándar*. <https://bit.ly/3IM6lJu>
- Wikipedia. (2019). *Wikipedia: historia de la portada*. https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Historia_de_la_portada
- Wikipedia. (2020a). *Categoría: Wikipedia: portales con extractos*. <https://bit.ly/3pEscep>
- Wikipedia. (2020b). *Plantilla: base de portal*. <https://bit.ly/3lRjs1>
- Wikipedia. (2020c). *Plantilla: base de portal/ zona de pruebas*. https://es.wikipedia.org/wiki/Plantilla:Base_de_portal/zona_de_pruebas
- Wikipedia. (2020d). *Wikipedia: encuestas/2019/ sobre una política de portales*. <https://bit.ly/36RRSO6>
- Wikipedia. (2021a). *Ayuda: espacio de nombres*. https://es.wikipedia.org/wiki/Ayuda:Espacio_de_nombres
- Wikipedia. (2021b). *Wikipedia: derechos de autor*. https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Derechos_de_autor
- Wikipedia. (2021c). *Wikipedia: wikiproyectos*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Wikiproyectos>
- Wikipedia. (2022a). *Plantilla: extracto*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Plantilla:Extracto>
- Wikipedia. (2022b). *Portal: portada*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Portal:Portada>
- Wikipedia. (2022c). *Wikipedia en español*. https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia_en_esp%C3%B1ol
- Wikipedia. (2022d). *Wikiproyecto: portales*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Wikiproyecto:Portales>
- Zanotti, A. (2021). *Wikimedia y la cobertura del COVID-19 en español*. Producción colaborativa de conocimientos en temas de actualidad. *Área Abierta*, 21(2), 271-287.
- Zanotti, A. y Magallanes Udovicich, M. L. (2019). *Wikipedia y ciencias sociales: acceso libre al conocimiento en campos especializados*. *PAAKAT: Revista de Tecnología y Sociedad*, 9(16), 6-16.

ANEXO

Portales rediseñados

Plantillas creadas	Portales creados
Plantilla: Portales de Arte	Portal: Ciencia
Plantilla: Portales de Lengua	Portal: COVID-19
Portales actualizados	
Portal: Comunicación	Portal: Edad Media
Portal: Internet	Portal: Edad Moderna
Portal: Sociología	Portal: Edad Contemporánea
Portal: Tecnología	Portal: Educación
Portal: Economía	Portal: Literatura
Portal: Psicología	Portal: Videojuegos
Portal: Antropología	Portal: Moluscos
Portal: Software Libre	Portal: Televisión
Portal: Ciencias Humanas y Sociales	Portal: Transporte
Portal: Derecho	Portal: Aviación
Portal: Ecología	Portal: Rock
Portal: Feminismo	Portal: América del Sur
Portal: Política	Portal: Argentina
Portal: Medicina	Portal: Córdoba (Argentina)
Portal: Historia	Portal: Lingüística
Portal: Prehistoria	Portal: América Latina
Portal: Edad Antigua	
Portales optimizados para móviles/Mantenimiento	
Portal: Arte	Portal: Ingeniería
Portal: Teatro	Portal: Religión
Portal: Danza	Portal: Música Clásica
Portal: Arquitectura	Portal: Física
Portal: Cine	Portal: Matemática
Portal: Escultura	Portal: Química
Portal: Pintura	Portal: Geografía
Portal: Deporte	Portal: África
Portal: Lucha Libre Profesional	Portal: Asia





Portales optimizados para móviles/Mantenimiento (cont.)

- Portal: América
- Portal: Oceanía
- Portal: Europa
- Portal: Biología
- Portal: Botánica
- Portal: Exploración Espacial
- Portal: Astronomía
- Portal: Biografías
- Portal: Cristianismo
- Portal: Judaísmo
- Portal: Budismo
- Portal: Islam
- Portal: Informática
- Portal: Mitología
- Portal: Lenguas
- Portal: Lingüística
- Portal: América Latina
- Portal: Lenguas Indígenas de América
- Portal: Dinosaurios
- Portal: Perros
- Portal: Premios Nobel
- Portal: Brasil
- Portal: Bolivia
- Portal: Paraguay
- Portal: Unión Europea
- Portal: Provincia de Buenos Aires
- Portal: Provincia de Catamarca
- Portal: Provincia del Chubut
- Portal: Provincia de Entre Ríos
- Portal: Provincia de La Pampa
- Portal: Provincia de Mendoza
- Portal: Provincia de Misiones
- Portal: Provincia de San Juan
- Portal: Provincia de Santa Cruz
- Portal: Provincia de Santa Fe
- Portal: Ciudad de Rosario
- Portal: Buenos Aires
- Portal: Transporte
- Portal: Energía
- Portal: Ferrocarriles
- Portal: Gastronomía
- Portal: Vino
- Portal: Patrimonio de la Humanidad
- Portal: Siglo de Oro
- Portal: Historieta
- Portal: Lengua Aragonesa
- Portal: Lengua Catalana
- Portal: Lengua Asturiana
- Portal: Lenguas Portuguesa y Gallega
- Portal: Lengua Española
- Portal: Saurópsidos
- Portal: Felinos
- Portal: Artrópodos
- Portal: Anfibios
- Portal: Álgebra
- Portal: Geometría
- Portal: Baloncesto
- Portal: Ciclismo
- Portal: Actualidad
- Portal: Natación
- Portal: Artes marciales
- Portal: Alemania
- Portal: Francia

Agustín Zanotti Gordillo. Docente en la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina). Docente en la Universidad Nacional de Villa María (Argentina). Investigador del Centro de Investigaciones y Estudio sobre Cultura y Sociedad (Argentina). <https://orcid.org/0000-0002-7662-7593>

Una Historia interactiva: los videojuegos como herramienta didáctica en las clases de secundaria

Alejandro Campillo Unamunzaga

Profesor de educación secundaria y bachillerato del Colegio Nuestra Señora de Europa (Bilbao, España)
campillo.alex@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0002-7392-1543>

Daniel Casado Rigalt (autor de contacto)

Profesor adjunto de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA (España)
daniel.casado@udima.es | <https://orcid.org/0000-0002-7463-057X>

Extracto

El desarrollo de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) ha propiciado que cada vez sean más los cambios que experimenta la docencia en las aulas de educación secundaria y bachillerato. Los estudiantes (hombres y mujeres), habituados a emplear las nuevas tecnologías, están preparados para afrontar el aprendizaje en entornos virtuales. Para el estudio de medios audiovisuales como el cine o los documentales, concretamente en lo referido a las clases de Geografía e Historia, han sido recursos complementarios habituales. No obstante, a la par del auge del cine de temática histórica en los últimos tiempos, numerosos videojuegos de diversos géneros han colmado el mercado hasta constituir una parte importante de la vida de los adolescentes, convirtiéndose en una de las formas de ocio más demandadas a día de hoy. Teniendo todo ello presente, este trabajo pretende poner en valor el empleo de los videojuegos como complemento didáctico en las aulas de secundaria, de tal forma que se pueda apreciar la utilidad y los beneficios que pueden reportar este tipo de herramientas en el proceso de aprendizaje.

Palabras clave: innovación; didáctica; gamificación; ludificación; videojuegos; historia; educación secundaria.

Recibido: 13-09-2021 | Aceptado: 18-04-2022 | Publicado: 07-09-2022

Cómo citar: Campillo Unamunzaga, A. y Casado Rigalt, D. (2022). Una Historia interactiva: los videojuegos como herramienta didáctica en las clases de secundaria. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 177-208. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.788>



An interactive History: video games as a didactic tool in high school classes

Alejandro Campillo Unamunzaga

Profesor de educación secundaria y bachillerato del Colegio Nuestra Señora de Europa (Bilbao, España)
campillo.alex@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0002-7392-1543>

Daniel Casado Rigalt (corresponding author)

Profesor adjunto de la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA (España)
daniel.casado@udima.es | <https://orcid.org/0000-0002-7463-057X>

Abstract

The development of information and communication technologies (ICT) has led to an increasing number of changes in teaching in secondary and high school classrooms. Students, accustomed to using new technologies, are prepared to face learning in virtual environments. Specifically in Geography and History classes, audiovisual media such as cinema or documentaries have been common complementary resources for study. However, at the same time as the rise of historical cinema in recent times, numerous video games of various genres have filled the market to the point of becoming an important part of the lives of teenagers, becoming one of the most demanded forms of leisure today. Bearing all this in mind, this paper aims to value the use of video games as a didactic complement in secondary school classrooms, so that the usefulness and benefits that this type of tools can bring to the learning process can be appreciated.

Keywords: innovation; didactics; gamification; ludification; video games; history; secondary education.

Received: 13-09-2021 | Accepted: 18-04-2022 | Published: 07-09-2022

Citation: Campillo Unamunzaga, A. and Casado Rigalt, D. (2022). An interactive History: video games as a didactic tool in high school classes. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 23, 177-208. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.788>



Sumario

1. Introducción
 2. La gamificación, la ludificación y su potencial educativo
 3. Una aproximación al desarrollo de los videojuegos históricos en el siglo XXI
 4. Géneros y modos de juego
 5. El empleo de videojuegos en las aulas: gamificación/ludificación e innovación didáctica
 - 5.1. Inconvenientes y deficiencias
 - 5.2. Ventajas
 6. Utilización de recursos
 7. Adaptación curricular: videojuegos en el primer ciclo (1.º, 2.º y 3.º de ESO)
 8. Adaptación curricular: videojuegos en el segundo ciclo (4.º de ESO)
 9. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

1. Introducción

El presente artículo pretende sondear las ventajas e inconvenientes de la implantación de los videojuegos como recurso didáctico en la enseñanza de Historia. La complejidad del contexto actual –cada vez más fluctuante, globalizado e interconectado– nos obliga a repensar las dinámicas de interacción académicas y los recursos disponibles. Actualmente asistimos a un momento decisivo, definido por la transición entre la sociedad industrial y la sociedad de la información (Fernández Prieto, 2001). La educación media y superior están condicionadas por la emergencia del conocimiento transfronterizo, y los catalizadores de la enseñanza han experimentado cambios tan profundos que se hace necesaria una mirada crítica sobre los tradicionales métodos de transferencia académica y la idoneidad de incorporar nuevos procedimientos y métodos.

El conocimiento ya no reside exclusivamente en aulas y profesores. El haber perdido el monopolio del conocimiento y la producción científica han hecho aflorar «escuelas paralelas» en un contexto de medios masivos de comunicación y de crecimiento acelerado del conocimiento contemporáneo, expuesto siempre a la obsolescencia (Tünnernann Bernheim y Souza Chaui, 2003). De hecho, las modalidades de articulación entre escuela, universidad y sociedad han cambiado sustancialmente, obligando a reorientar el concepto de «autonomía» y las formas a través de las cuales escuelas y universidades se integran en el ámbito económico, político y cultural (Tedesco, 2000; Veugelers y Del Rey, 2014).

Con la Agenda 2030¹ en el horizonte de las aspiraciones universitarias (Gómez Ortega, 2016), la reflexión estratégica, la globalidad, la transversalidad, la investigación multidisciplinar, la respuesta tecnológica, la interdisciplinariedad, el trabajo en red y la innovación aparecen ya como redefiniciones factibles, aunque todavía lejos del consenso. Los escenarios previstos apuntan a un futuro presidido por la cooperación y el dinamismo en la educación superior a pesar de que, a día de hoy, hay pocas iniciativas sólidas en este sentido. El avance imparable de las nuevas tecnologías –que arrancaron en los años setenta del siglo XX con la llamada «revolución tecnológica»– y la aceptación de un ciberespacio que ejerce de cerebro colectivo está obligando a revisar paradigmas y a afrontar nuevas realidades en el entorno universitario. Además, la cultura audiovisual se está revelando como una nueva forma de interacción en el aprendizaje, en sintonía con las dinámicas de productividad-rentabilidad propias del siglo XXI, y en los últimos años están proliferando recursos con gran proyección educativa.

¹ Iniciativa gestada en el marco de la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en septiembre de 2015 y con un plan de acción previsto para el periodo 2015-2030. Se trata de un nuevo modelo de desarrollo cuyo objetivo es construir un mundo sostenible en el ámbito de las políticas públicas de los Estados.

Uno de esos recursos, asociado tradicionalmente al ámbito del ocio, es el de los videojuegos, capaz de promover la transferencia de contenidos académicos en un contexto dinámico que, a su vez, favorece el aprendizaje significativo a partir de lo que la historiografía ha tendido a denominar «gamificación». En los últimos años, los videojuegos se están revelando como un medio con posibilidades educativas que puede ser integrado en las clases como un sistema innovador que promueve el aprendizaje activo y autónomo sin renunciar a la motivación del alumno, especialmente desde ciclos de educación secundaria obligatoria (ESO), pero que también podría encontrar continuidad –aunque no sea el objetivo de este trabajo– en los primeros años universitarios. La implicación del discente estimularía, además, la crítica del alumnado, ayudando a romper su mentalidad «teleológica» y haciéndole ver que en la historia siempre pudieron darse diferentes desenlaces. Los videojuegos pueden ser una herramienta útil para complementar la clase magistral, brindando al alumno la posibilidad de experimentar en primera persona algunos episodios relevantes del pasado.

Los avances tecnológicos de los últimos años han predisposto a algunos docentes a implantar nuevos sistemas para impartir sus materias, aprovechando el viento a favor de las TIC (Casado Rigalt, 2018). Los estudiantes son cada vez más receptivos a la alfabetización digital y los videojuegos se han convertido en un recurso tan válido como productivo que ha ampliado la perspectiva educativa y la forma de impartir docencia, tal como muestra el vertiginoso aumento de trabajos que han centrado su atención en esta materia. Existe, de hecho, un generoso corpus de trabajos centrados en los beneficios de la gamificación para lograr el aprendizaje significativo (Borrás Gené, 2015; Granic *et al.*, 2014) y cada vez es mayor el número de inconformistas (filósofos, docentes, académicos, diseñadores de videojuegos y jugadores) que aceptan las bondades educativas de los videojuegos por encima de los tópicos y prejuicios que tradicionalmente los han relegado a contenido exclusivamente lúdico (García Lapeña y Ferragut, 2019).

La normativa curricular vigente en niveles de ESO (Real Decreto 1105/2014) propone estudios que comprenden todas las etapas, desde la prehistoria hasta la historia contemporánea. Sin embargo, debido a la escasez de videojuegos inspirados en tiempos prehistóricos, serán objeto de análisis los videojuegos más significativos y útiles de épocas posteriores que, a criterio de los firmantes de este artículo, pueden complementar los currículos en educación secundaria. También se abordará el uso mal entendido de los videojuegos, así como las desventajas y contradicciones que podría acarrear en las clases de esta etapa educativa, donde será analizada también la tan recurrente falta de rigor histórico que se les atribuye a algunos videojuegos.

El estudio contenido en el presente artículo analiza también el impacto y la proliferación de títulos ambientados en distintos periodos históricos a lo largo del siglo XXI, su tipología y cuáles de ellos son los más adecuados para emplear en las aulas (Jiménez *et al.*, 2016). Todo ello combinado con otras formas de interacción «pasiva» complementaria en el desarrollo de las clases, tales como el cine, la novela histórica, la música, etc. Con el objetivo de que los videojuegos puedan ser empleados en un aula de ESO, se propondrán distintos

títulos que servirían como complemento y cierre de ciertos bloques del currículo. Uno de estos títulos aborda un «clásico» de los conflictos bélicos de la protohistoria (guerras púnicas). En el caso de la Edad Media, la propuesta se centrará en fijar algunos de los conceptos clave vistos en clase (feudalismo, cristianismo, Reconquista, etc.). Otro videojuego seleccionado es *Europa Universalis IV*, por los conocimientos que el alumno recibirá en relación con el descubrimiento del Nuevo Mundo y que, a su vez, servirá para establecer un nexo de unión entre el final de los contenidos establecidos para tercero de ESO y los iniciales en cuarto de ESO. Por último, en cuanto a la historia contemporánea se refiere, analizaremos la Segunda Guerra Mundial, la participación de diferentes potencias, la ideología y las motivaciones de cada una de ellas.

2. La gamificación, la ludificación y su potencial educativo

El concepto «gamificación» es un término de nuevo cuño, cuyo origen data de 2003, cuando el programador británico Nick Pelling lo empleó por primera vez. Pero la importancia de la «experiencia lúdica» eclosionó en 2010-2011 gracias a diseñadores de juegos como Zichermann y Cunningham. Desde el punto de vista conceptual, Contreras Espinosa y Eguía (2017) definen el término «gamificación», empleando las palabras de Brett Terrill, como «tomar la mecánica de un juego y aplicarla a otras propiedades para aumentar el compromiso» (p. 7) y se hacen eco en su trabajo del elevado número de estudios relacionados con los juegos que han sido publicados en el siglo XXI.

Zichermann y Cunningham describen la gamificación como «un proceso relacionado con el pensamiento del jugador y las técnicas de juego para atraer a los usuarios a resolver problemas», tal y como recogen en su artículo Díaz Cruzado y Troyano Rodríguez (2013, p. 2). Estos mismos autores citan también la definición aportada por Kapp, para quien la gamificación consiste en «la utilización de mecanismos, la estética y el uso del pensamiento para atraer a las personas, incitar a la acción, promover el aprendizaje y resolver problemas» (p. 2) y, como tales, pueden ser empleados en distintos contextos educativos de educación superior (Corchuelo-Fernández, 2018; Simpson, 2005) o en la enseñanza del diseño (Parra y Torres, 2018). También existen propuestas aplicables a las aulas de español y sus beneficios, elaboradas por distintos autores (Herrera, 2017).

Actualmente, los términos «ludificación» y «gamificación» se solapan en buena parte de sus competencias y definiciones. Sin embargo, el componente de ocio o divertimento es inherente únicamente a la ludificación, a diferencia de la gamificación, cuyas estrategias no necesariamente implican diversión. La ludificación implica una motivación e «incrementa la ejecución de una acción por el placer de realizarla o la realización de la misma para alcanzar una recompensa o evitar un castigo» (Perdomo Vargas y Rojas Silva, 2019, p. 163). De hecho, en los últimos años vienen explorándose las implicaciones psicológicas de la ludificación y su potencial en el ámbito de la motivación, las emociones y el aprendizaje asociativo

(Cuenca Orozco, 2018; Perdomo Vargas y Rojas Silva, 2019). Y aunque la acogida en las aulas, tanto de la gamificación como de la ludificación, sigue siendo discutida (Martí-Parreño *et al.*, 2016), la comunidad educativa cuenta con el viento a favor de unas nuevas generaciones cada vez más receptivas al uso de las TIC como aliadas potenciales en la transmisión de conocimientos (Aznar-Díaz *et al.*, 2017; Núñez-Barriopedro *et al.*, 2020).

Numerosos trabajos versan sobre la aplicación de los videojuegos en las aulas, algunos con carácter general (Arias, 2014), mientras que otros textos se centran exclusivamente en su utilización en las clases de Historia (Radetich y Jakubowicz, 2014; Wainwright, 2014). En relación con los que analizan la gamificación exclusivamente enfocada en el ámbito de los videojuegos (Díaz Cruzado y Troyano Rodríguez, 2013), algunos autores sostienen la bondad de este recurso a la hora de crear contextos virtuales de aprendizaje (Reyes Jofré, 2018). Tal corriente puede apreciarse también en los numerosos trabajos que forman parte de los *historical games studies*, una nueva disciplina consolidada y que ha aportado valiosos recursos para el estudio de esta materia (Peñate Domínguez, 2017).

Sin embargo, si bien las publicaciones que abordan el fenómeno de la gamificación/ludificación son numerosas, no tantas se han centrado en su utilización en las clases de Historia. En términos globales, los juegos son una parte importante de la recepción del pasado en nuestro presente, de nuestra herencia común; y por esta razón constituyen un elemento clave para recrear el pasado y experimentar con él. En el monográfico que tiene como objetivo reunir algunos de los principales mecanismos de esa transmisión cultural de la historia de Europa (Egberts y Bosma, 2014), se dedica un capítulo al papel que tienen los juegos, comparándolos con otras formas de recepción como el cine (Veugen, 2014). En ese contexto, resulta necesario valorar el papel que pueden tener los videojuegos para llevar a cabo dicha transmisión cultural. En las aulas españolas se han empleado como recurso en el proceso de enseñanza-aprendizaje (López Gómez y Rodríguez Rodríguez, 2016). Al mismo tiempo, se han creado proyectos de investigación I+D+i donde se originan, recopilan y comparten todas las actividades científicas relacionadas con esta materia y que ofrecen información actualizada en su página web, detallando los avances que va experimentando la investigación. El más destacable en el ámbito nacional es el grupo de investigación Historia y Videojuegos. Conocimiento, Aprendizaje y Proyección del Pasado en la Sociedad Digital (HAR2016-78147-P), reconocido por el Ministerio de Ciencia e Innovación, anteriormente Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

Una obra de referencia para el estudio propuesto es, sin duda, la firmada por McCall (2011), donde se pone en valor la utilidad de la simulación histórica, proponiendo además diversas actividades de aprendizaje en las aulas de secundaria. Nuestro trabajo se ha inspirado, en parte, en la iniciativa de McCall, cuyo contenido ha sido actualizado y reformulado tomando como referencia los currículos y las normativas vigentes en España (Real Decreto 1105/2014). Nuestro objetivo pretende agitar la transmisión cultural dinámica en las aulas para estimular la pasión y el interés del estudiante yendo más allá de los planes de estudio (Ortiz-Colón *et al.*, 2018). Con tal premisa centraremos nuestro ámbito de estudio exclusivamente en su aplicación en las aulas de ESO, considerando esta como la etapa propicia

para que se despierte el interés del alumno por la Historia, disciplina cuyas estrategias para implementar la ludificación han sido recientemente exploradas (Velasco Martínez, 2021).

Las bondades educativas del videojuego pasan también por su capacidad para estimular la atención del usuario en una dinámica de proceso motivacional que fomenta el uso de estrategias pedagógicas flexibles y novedosas. En los últimos años, los especialistas en neuroeducación están explorando nuevas vías que conmuevan al discente para predisponerle al aprendizaje. Bajo la máxima de que «no hay razón sin emoción», algunos investigadores –es el caso de Francisco Mora– insisten en que el profesor y la emoción son los ejes gravitacionales de toda enseñanza y «la curiosidad, lo que es diferente y sobresale en el entorno, enciende la emoción. Y con ella, con la emoción, se abren las ventanas de la atención, foco necesario para la creación de conocimiento» (Mora, 2013, p. 73). Este autor defiende que la emoción es necesaria para alcanzar una memorización sólida, nutrida de pensamientos ensamblados y coherentes. En ese sentido, el videojuego tiene reclamos técnicos lo suficientemente atractivos como para atrapar la atención del alumno y conducirlo hacia el mencionado estadio de aprendizaje.

3. Una aproximación al desarrollo de los videojuegos históricos en el siglo XXI

En el siglo XXI, la historia no solo se lee. También se escucha, se ve, se representa, se recrea. Y también se juega (Lowe, 2009). Los videojuegos representan uno de los «caladeros lúdicos» más significativos de los nativos digitales y de la llamada «generación Z». Nadie duda de que las nuevas generaciones van eclipsando, poco a poco, a todos aquellos que representamos la «generación puente» o los llamados «emigrantes digitales».

Según un estudio de SuperData, los videojuegos generan en torno a 120 billones de dólares anuales y, como indica Microsoft, hay cerca de dos billones de jugadores activos en el mundo. El crecimiento en los últimos años ha sido tal que los ingresos generados en la industria se han multiplicado casi por diez desde 2006, momento en el que la Entertainment Software Association estimaba unos beneficios de 15 billones (Annetta, 2008). Y las cifras van en aumento cada año (la Asociación Española de Videojuegos [AEVI] estimó un crecimiento anual del 9,60 % en 2019 tanto en facturación como en participantes), hasta el punto de que los videojuegos han desbancado al cine como la forma de entretenimiento que mayores ingresos genera.

Pero hay algo que diferencia a los videojuegos del cine y que sin duda ha favorecido esta situación: los avances tecnológicos y, con ellos, los de la industria. Esta cada vez cuenta con mayor número de plataformas en las que publicar contenido, lo que ha propiciado que cada vez sean más los desarrolladores con acceso a esas tecnologías. Actualmente no solo las grandes empresas desarrollan videojuegos, sino que han emergido estudios independientes que ofrecen nuevas propuestas en prácticamente todos los géneros.

Dentro de la extensa gama de propuestas, contamos con más de 2.300 juegos de contenido histórico (Rollinger, 2016). A la par que el propio desarrollo de la industria, los videojuegos de carácter histórico han logrado hacerse un considerable hueco en el mercado. Pero ¿a qué se debe este *boom* de juegos relacionados con la historia? Si nos detenemos a analizar el panorama cultural desde inicios del siglo XXI, podremos advertir hasta qué punto numerosas formas de ocio han tendido a ofrecer productos relacionados de una u otra manera con la historia. Mucho se ha hablado de la relevancia que tuvo la película *Gladiator* (Ridley Scott, 2000) para revitalizar el género del *peplum*, prácticamente olvidado desde *La caída del Imperio romano* (Anthony Mann, 1964). Desde finales del siglo anterior y comienzos del presente, gracias a un impulso como este y al éxito cosechado, cada vez han sido más las películas épicas ambientadas en diversos periodos de la historia. Algo similar ha sucedido, por ejemplo, con la novela histórica. Únicamente es necesario acercarse a los estantes de cualquier librería para percibir cómo, en buena medida, un porcentaje considerable de la oferta actual se encuentra ambientada en épocas pasadas. Se trata de un fenómeno que, hasta cierto punto, ha retroalimentado a otros sectores de la cultura, siendo el de los videojuegos uno de los más favorecidos.

4. Géneros y modos de juego

La industria de los videojuegos llega a billones de jugadores que difieren en gustos, aficiones y motivaciones. De entre el elevado grado de diversificación en la industria actual, los de acción, aventura y estrategia son los más demandados. Dentro del género de acción, han adquirido especial relevancia los denominados *shooters*, videojuegos en los que el usuario suplanta a un soldado, generalmente con una vista en primera persona para dotar de mayor realismo a la experiencia de juego. Al tratarse del género de acción, muchos de estos títulos se ambientan en contextos bélicos, recreando algunos de los conflictos más relevantes del siglo XX. De esta forma, encontramos juegos ambientados en la Primera Guerra Mundial (*Battlefield 1*, *Tannenberg* y *Verdun*), en la Segunda Guerra Mundial (*Battlefield 5*, *Call of Duty: World At War*, *Call of Duty: World War II* y *Medal of Honor*) o en la guerra de Vietnam (*Battlefield: Bad Company 2 Vietnam* y *Rising Storm 2: Vietnam*), entre otros.

Generalmente, estos títulos priorizan la acción directa y el entretenimiento y, si bien reproducen algunas de las batallas más relevantes de dichos conflictos, proporcionan un grado de aprendizaje menor. Por otro lado, son juegos donde la violencia está presente en mayor medida que en otros géneros, por lo que su empleo podría resultar menos recomendable en el ámbito educativo. Lo mismo sucede con títulos de acción en los que el componente mitológico adquiere más peso que el histórico, como sucede en el caso de la saga *God of War*, aun cuando es necesario matizar que otros juegos como *Mytheon* tratan de recrear ese relato mitológico dentro de un contexto histórico más cuidado.

Otros juegos, no exentos de acción, priorizan la aventura. La saga *Assassin's Creed* es una buena muestra de ello, permitiéndonos visitar entornos variados a lo largo de los distintos títulos que ofrece la saga, desde el antiguo Egipto o la antigua Grecia durante la guerra del Peloponeso, pasando por Jerusalén y Damasco en la Edad Media, hasta la Florencia del Renacimiento o algunos momentos cruciales de la Revolución francesa.

En un nivel intermedio podríamos ubicar a *Kingdom Come: Deliverance*, en el que la recreación histórica desempeña un papel trascendental, no solo por la forma en la que se escenifica la Bohemia de comienzos del siglo XV, sino por la manera en la que se representan algunos aspectos sociales de la época, como la baja extracción del protagonista y cómo este se relaciona con los nobles del reino y otros personajes del clero hasta el punto de, siendo analfabeto, tener la posibilidad de aprender a leer y escribir. Todo ello, unido al realismo que ofrece a la hora de combatir, convierte a este título en una combinación perfecta de juego de rol, acción y aventura.

Sin duda, los videojuegos que mejor proyectan contenidos históricos en su versión «más fiable» son los estratégicos, que representan casi el 50 % de la oferta de juegos de ordenador. Generalmente, se trata de títulos que proclaman una reproducción fiel y realista del pasado. Además, proporcionan una experiencia cercana al usuario, que puede así emular a mandatarios de grandes civilizaciones y ejercer el control político, económico, social y militar de una potencia (Rollinger, 2016). Cuando los jugadores buscan una experiencia de juego realista, generalmente se decantan por este tipo de títulos.

En el referido género estratégico cabe destacar los editados y publicados por Paradox Interactive en la última década: *Crusader Kings II* (2012), *Europa Universalis IV* (2013), *Hearts of Iron IV* (2017) e *Imperator: Rome* (2019). Otros clásicos destacables son las sagas *Age of Empires*, *Caesar*, *Imperium* o *Total War*. En relación con esta última, muchos de sus títulos nos permiten cubrir prácticamente cualquier época histórica, desde la Antigüedad (*Rome: Total War*, *Rome: Total War Alexander* y *Total War: Rome II*) hasta la Edad Media (*Total War: Attila*, *Medieval: Total War*, *Medieval II: Total War* y *Total War: Thrones of Britannia*) o la Edad Moderna (*Empire: Total War* y *Napoleon Total War*).

Conviene mencionar también la especial proliferación de títulos ambientados en la Antigüedad, que son los que mayor atención han captado en la historiografía reciente, siendo muy numerosos los trabajos que han abordado la recepción del mundo clásico a través de los videojuegos (Christesen y Machado, 2010; Guita y Andrikopoulos, 2009). El desarrollo de la industria y la tecnología han propiciado la aparición de numerosos estudios independientes que –en el caso de los videojuegos de temática histórica– han centrado su atención fundamentalmente en la Antigüedad. De esta forma, podemos mencionar juegos de estrategia como *CivCity: Rome*, *Domina*, *Grand Ages: Rome*, *Hegemony Rome: The Rise of Caesar*, *Imperium Romanum* o *Nethergate: Resurrection*. Incluso en el ámbito nacional, los modestos estudios que han emergido en los últimos tiempos han optado por ambientar sus proyectos en este periodo histórico. Un claro ejemplo es el desarrollo de juegos como *Numantia*, que recrea la conquista romana de Hispania.

5. El empleo de videojuegos en las aulas: gamificación/ludificación e innovación didáctica

El desarrollo de la sociedad del conocimiento y la proliferación de espacios virtuales en los que la tecnología adquiere un rol destacado han influido considerablemente en la educación contemporánea y en la forma en la que los educadores conciben la pedagogía. De ahí el relevante papel de las TIC en un contexto como el actual, tendente a la flexibilización de los cánones de enseñanza-aprendizaje (Cabero, 2007; Gros Salvat y Lara Navarra, 2009; Salinas, 2004). Durante las últimas décadas los videojuegos se han convertido en coartada del imaginario colectivo, en una parte importante de la vida de los estudiantes y, en numerosas ocasiones, en el recurso más relevante para entrar en contacto con la historia (Hatlen, 2012), motivo por el cual cada vez se hace más necesaria una adaptación curricular capaz de educar a la que se ha denominado como *net generation* (Annetta, 2008). El movimiento *serious games*, iniciado en 2003, cambió la percepción de los educadores, cada vez más receptivos a aprovechar la predisposición del alumnado en el uso cotidiano de todo tipo de recursos cibernéticos.

Pero no debemos caer en la apología de un recurso cibernético cuyo uso inadecuado puede ser nocivo desde el punto de vista pedagógico. Deben soslayarse también los inconvenientes. La edad media de los jugadores comprende la horquilla 10-34 años, pero la franja más habitual se extiende entre los 14 y los 19 años (Annetta, 2008). Según un estudio del Pew Research Center, el 97 % de los adolescentes norteamericanos entre los 12 y los 17 años ha probado algún videojuego (Arias, 2014). Esta es la razón principal por la que emplear los videojuegos como herramienta didáctica en las aulas de educación secundaria puede resultar conveniente. Además, llama la atención el espectacular aumento del número de mujeres jugadoras en 2019, con un crecimiento del 42 %, según datos de la AEVI.

5.1. Inconvenientes y deficiencias

Introducir a los alumnos en el mundo de los videojuegos puede entrañar ciertos riesgos. De ahí la conveniencia de promover una experiencia guiada en las aulas, tomando una serie de precauciones y adoptando soluciones que conviertan el videojuego no en una herramienta meramente lúdica, sino docente. Una de las exigencias que requiere la implantación de los videojuegos en las aulas, como un recurso complementario, es la necesidad de una infraestructura apropiada. Es imprescindible que cada estudiante disponga de un ordenador o, al menos, que se formen parejas, lo que haría necesario un ordenador para cada dos estudiantes. No es baladí el elevado coste de algunos de estos títulos, especialmente si nuestra intención es contar con una copia de cada uno de los juegos en los ordenadores habilitados. Para solventar esta situación se plantearía una actividad en la que se ejecutase un juego en un único ordenador y que dicha partida fuera proyectada al resto de la clase para que pudieran consensuarse decisiones conjuntas. Asumiendo la idoneidad de los videojuegos de

estrategia, el carácter pausado y meditado de ese tipo de juegos brindaría la posibilidad de debatir las decisiones en grupo. Cabe también la posibilidad de recurrir a títulos gratuitos, de gran potencial educativo. El mejor ejemplo es *Crusader Kings II*. Los desarrolladores de este videojuego de estrategia medieval (analizado en el apartado 7 de este artículo) decidieron que se convirtiera al formato *free to play* desde finales de 2019.

Dos de los aspectos más nocivos de los videojuegos son el alto grado de violencia y la adicción que pueden generar en los usuarios, lo que nos obliga a depurar los contenidos. Los videojuegos de acción tienden a ambientarse en periodos en los que acontecieron conflictos bélicos. Al igual que sucede en el cine, la violencia puede resultar un reclamo para parte del público, y las guerras y las batallas adquieren un gran protagonismo en estas formas de ocio (Etxeberria y Aguado-Cantabrana, 2016). Este es otro de los criterios por los que priorizamos los juegos de estrategia, libres en cierta medida de esa violencia, en las aulas de educación secundaria. Por otro lado, es necesario recordar que los videojuegos históricos se rigen por un modelo de negocio distinto al de otros juegos, como los denominados *massive multiplayer online* (MMO), que tienden a causar un mayor grado de adicción en los usuarios. Generalmente este perfil de adicción puede acarrear aislamiento social. Conviene fomentar el juego colectivo, recalcar la vertiente educativa de los videojuegos (Revueña Domínguez, 2004) por encima de su vertiente lúdica y promover el mensaje de que, educando en videojuegos, no generamos adicción, sino que enseñamos a controlarla.

Deficiencias habituales de los videojuegos son también la imprecisión y los anacronismos cometidos por los desarrolladores. Algunos títulos carecen de rigor histórico y caen en el estereotipo con demasiada frecuencia. En una entrevista concedida para el diario ABC (Villatoro y Sánchez, 2018), el egiptólogo José Manuel Galán, asesor histórico del videojuego *Assassins Creed Origins*, reconoció las capacidades de la industria para influir positivamente en el conocimiento historiográfico, pero advirtió también del peligro de que los videojuegos reprodujeran los mismos patrones del cine a la hora de generar clichés tendentes a deformar la realidad. En el mismo artículo se subraya que títulos como *Battlefield 1* o algunos de los videojuegos de la saga *Call of Duty* dan mayor importancia a algunas batallas o muestran una intervención desproporcionada de determinados contendientes respecto al consenso historiográfico. Algo similar puede suceder en la saga *Sid Meiers Civilization*, donde se presenta constantemente un anacronismo en cuanto al uso de personajes que desvirtúa el contexto histórico. No obstante, tal deficiencia histórica puede convertirse en una herramienta pedagógica si al alumno se le plantea el reto de detectar esos errores como tarea en clase.

Los videojuegos se toman ciertas licencias que en ocasiones modifican sustancialmente la realidad. En la película *Gladiator*, por ejemplo, el emperador Cómodo asesina a su padre y se presta voluntario para luchar en la arena, algo impropio de un emperador. Pero no debemos olvidar que, tal y como sucede en el cine, los videojuegos son productos diseñados para el entretenimiento y que, a fin de cuentas, ese es su principal objetivo: cubrir las exigencias y expectativas de la audiencia o el público al que están dirigidos (Winnerling, 2014). Por esta

razón, atender al realismo o veracidad histórica es, en muchos casos, secundario. No representan una realidad objetiva. La facticidad de los hechos históricos relatados o retratados siempre va a estar sujeta a que estos no sean perjudiciales para el juego (Rollinger, 2016).

Incluso determinados videojuegos podrían servir de inspiración para proponer ejercicios y cotejar la representación de algunos personajes históricos. Ni siquiera es necesario jugarlos, sino que existe la posibilidad de proyectar únicamente imágenes o cinemáticas de algunos de ellos. Si los alumnos han estudiado la primera etapa del Imperio romano y, más concretamente, la dinastía Julio-Claudia, sabrán que Nerón murió a la edad de 30 años. En la imagen del juego *Ryse: Son of Rome* se nos muestra a un hombre de edad mucho más avanzada, lo que sin duda distorsiona la realidad (véase figura 1). A partir de ahí, se puede invitar a los estudiantes a que detecten e indaguen sobre los errores cometidos. Esta actividad puede servir para agudizar la percepción y potenciar la investigación iconográfica, conduciendo al estudiante a revisar otras fuentes audiovisuales en las que se haya representado al mismo personaje histórico hasta averiguar cuál es más representativa de la realidad y localizando fuentes primarias, como, por ejemplo, la escultura o la numismática.

Figura 1. Caracterización del emperador Nerón en *Ryse: Son of Rome*



Fuente: *Ryse: Son of Rome*, Crytek, 2013.

Por último, es necesario señalar un problema que, abordado correctamente, puede convertirse en un gran aliciente para el aprendizaje. Principalmente en los juegos de estrategia, al jugador se le brinda la oportunidad de alterar el pasado. Este tipo de juegos se ambientan en periodos históricos concretos, lo que les confiere un contexto con todos los componentes políticos, económicos, sociales y militares. Aunque el contexto pueda resultar fidedigno y generoso en detalles, desde el momento en que el jugador interactúa con el entorno virtual puede dejar de tener relación con los hechos históricos. Sin embargo, este cambio en la deriva de los acontecimientos pasados puede llevar al discente a comprender la causalidad de los procesos históricos y cómo el mundo actual es el resultado del devenir histórico, pero que el desenlace de tal proceso es solo uno de los muchos que pudieron haber acontecido. La actitud crítica frente a los hechos pasados puede suponer una gran ventaja en el proceso de aprendizaje. Es lo que en lógica se denomina «enunciados contrafácticos» o «contrafactual»: todo un mecanismo aplicable en las ciencias sociales que contribuye a desarrollar el razonamiento deductivo (Rojas-Barahona *et al.*, 2010).

5.2. Ventajas

Los videojuegos pueden estimular el desarrollo del espíritu crítico del alumno para hacerle comprender que la historia no es sinónimo de pasado. De ahí la importancia de distinguir entre «historia factual» e «historia afectiva» (Winnerling, 2014). Representan la proximidad a esa historia afectiva, más flexible en su interpretación y, por tanto, siguiendo a Winnerling, necesariamente interpretativa. Pero al igual que sucede con las reflexiones, a las que los alumnos pueden verse inducidos por los videojuegos en relación con la causalidad histórica, también pueden suponer una ventaja, en el sentido de que servirán para desarrollar el sentido crítico y, al mismo tiempo, reflexionar sobre las causas que propiciaron el desarrollo de ciertos acontecimientos y el peso que las consecuencias de los mismos han tenido a la hora de configurar el mundo en el que actualmente vivimos. Incluso, desde principios del siglo XXI viene planteándose la posibilidad de que los videojuegos contribuyan a construir y confrontar nuestra identidad (Esnaola Horacek, 2004; Gee, 2007; Newman, 2004) empatizando con las situaciones recreadas en la pantalla (Moreno Cantano y Venegas Ramos, 2020). También se plantea la implementación de videojuegos como generadores de narrativas interactivas y procesos de transmediación en los que los propios jugadores se convierten en actores, en piezas clave, de los universos narrativos recreados (Cuenca Orozco y López Solís, 2021).

Por otro lado, dominar un videojuego entraña un proceso de aprendizaje en el que se ponen en marcha diversas aptitudes. Crea una conexión juego-jugador (Díaz Cruzado y Troyano Rodríguez, 2013), donde el segundo se implica en dominar al primero y se genera un proceso cognitivo y un control de las habilidades del usuario. Requiere atención y al mismo tiempo fortalece la memoria episódica. Como en todo proceso de aprendizaje significativo, el usuario interactúa –como sujeto activo– para lograr un propósito a

través del cual adquiere un determinado conocimiento. Durante el proceso del juego, los estudiantes descubren la relación entre la geografía, la economía, la política y, en definitiva, cómo se desarrolla la historia a través de los siglos (Arias, 2014). En resumidas cuentas, los alumnos pueden establecer relaciones, generar narrativas si comprenden lo que está sucediendo y adquirir una motivación especial mientras toman decisiones y observan su repercusión.

Mediante el empleo de este sistema se capta mejor la atención del alumnado, se favorece su motivación por el aprendizaje y, en última instancia, se logra el aprendizaje a través de la gamificación con un clima de aula favorable (Rodríguez y Santiago, 2015). Por eso es tan importante lograr la motivación intrínseca de los estudiantes, alcanzada tras «activar el deseo por continuar aprendiendo a través del compromiso de atención e interacción (*engagement*) que la dinámica lúdica ofrece en forma de recompensas, estatus, logros y competiciones» (Torres-Toukourmidis y Romero-Rodríguez, 2018, p. 62). Durante el proceso de aprendizaje, el alumno desarrollará también la destreza manual y la coordinación visomotora, ayudándole en la resolución de problemas y en la consecución de un objetivo o meta (Díaz Cruzado y Troyano Rodríguez, 2013), incluyendo mejores resultados académicos (Arias, 2014).

Además del espíritu crítico y otras facultades conductuales, ya abordadas, que el alumno potencia al participar en un videojuego, lo cierto es que la propia experiencia visual es también generadora de conocimiento. El videojuego refuerza la recepción de contenidos de forma dual (imagen y sonido), una circunstancia favorecedora desde el punto de vista mnemotécnico. La gran calidad de los grafismos (escenarios históricos, personajes, armas, batallas, etc.) tiene una capacidad altamente evocadora y capta la atención del usuario con mayor facilidad hasta el punto de que favorece la retención de datos y experiencias, rompiendo con la monotonía de una transferencia tradicional de contenido académico en un aula al uso, tal como se sugiere en el «efecto Von Restorff» (Sebastián Pascual, 2016). De esta forma, el videojuego se convierte en espacio multimedial y redobla su naturaleza lúdica para acabar convertida en «coartada» cibernética válida desde el punto de vista de la retención de contenidos.

Debe quedar claro que una experiencia de estas características en ningún caso debería sustituir al estudio del libro de texto o de las fuentes primarias. Los videojuegos deben ser un complemento, una herramienta que aproxime el pasado a los estudiantes, al igual que el cine o la novela histórica. Con todo, el mayor logro de esta propuesta será que los estudiantes puedan entrar en contacto con una forma de ocio relacionada con la historia para, de ahí en adelante, captar su interés por otras y que, en última instancia, opten por dedicar parte de su tiempo libre a estas formas de recepción (videojuegos, cine, documentales, novela histórica, etc.). Si alcanzamos esta meta, lograremos que los adolescentes puedan seguir aprendiendo fuera de las aulas.

Los videojuegos refuerzan la recepción de contenidos de forma dual (imagen y sonido), una circunstancia favorecedora desde el punto de vista mnemotécnico

6. Utilización de recursos

No todos los videojuegos son aptos para el gran público. Existe un sistema (*pan European game information* [PEGI]) que establece categorías de juegos por franjas de edades en 38 países, entre ellos España. Tal clasificación puede resultar orientativa a la hora de decantarnos por uno u otro título para emplearlo como complemento didáctico. De hecho, a pesar de que algunos juegos pueden aportar un alto grado de aprendizaje –como la saga *Total War*–, se descartan en este estudio por entrar en la categoría de mayores de 16 años (PEGI 16). No así los productos de Paradox Interactive, que sí nos brindan un valioso recurso para suplementar el aprendizaje en las aulas. Cada uno de los principales títulos publicados por esta desarrolladora disponen de una calificación para mayores de 7 y 12 años y, además, abarcan distintos periodos históricos, lo que puede convertirlos en una herramienta de gran utilidad en distintos cursos. Cada uno de los principales títulos creados por estos desarrolladores suecos se corresponde con una etapa histórica concreta: *Imperator: Rome* está ambientado en la Antigüedad clásica; *Crusader Kings II*, en la Edad Media; *Europa Universalis IV*, en la Edad Moderna; y *Hearts of Iron IV* recrea la historia del siglo XX, el periodo de entreguerras y la Segunda Guerra Mundial.

7. Adaptación curricular: videojuegos en el primer ciclo (1.º, 2.º y 3.º de ESO)

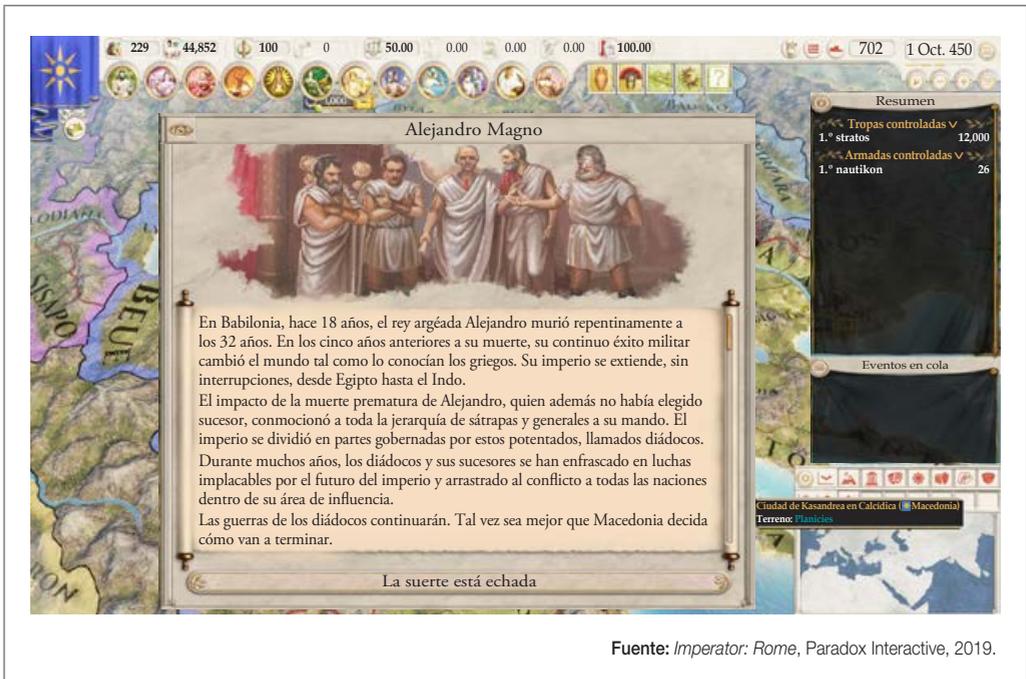
Los juegos recomendados a continuación ayudarían a afianzar conceptos clave trabajados en el aula. Con el objetivo de que esta propuesta pueda ser aplicada en todo el ámbito geográfico nacional, se ha optado por analizar las directrices contenidas en el Real Decreto 1105/2014, de forma que los alumnos vean proyectadas en la pantalla algunas cuestiones tratadas previamente en clase. Considerando que los currículos actuales tienden a organizarse siguiendo criterios cronológicos, nuestra propuesta se centra en ofrecer el ejemplo de un juego para cada época y, por ende, para cada curso.

La asignatura Geografía e Historia, en el primer curso de ESO, abarca fundamentalmente el periodo prehistórico y la Antigüedad. Teniendo en cuenta la ausencia de títulos que cubran la prehistoria y la amplia variedad de videojuegos ambientados en época clásica, el título que mejor se adapta a las exigencias curriculares en primero de ESO es *Imperator: Rome*.

Imperator: Rome (2019) es el último título ofertado por Paradox Interactive. Se trata de un juego de estrategia que nos permite liderar cualquier potencia de la Antigüedad en distintos ámbitos: político, económico, religioso, social, militar, etc. Uno de los mayores beneficios de este videojuego es que permite al usuario liderar y gestionar el gobierno de un imperio de la Antigüedad, poniendo a su disposición todos los recursos necesarios; desde monarquías aristocráticas o autocráticas con dinastías y aspirantes al trono, hasta repúblicas democráticas con senados, reinos, jefaturas tribales con órganos de gobierno particulares, etc.

La campaña de *Imperator: Rome*, independientemente de la facción que decidamos gobernar, comienza en el 304 a. C. o 450 *ab urbe condita*, como se muestra en el panel. En esta época, las *póleis* griegas ya han cesado su expansión comercial y política por el Mediterráneo. No obstante, tenemos la posibilidad de revivir la expansión colonizadora ateniense por distintas zonas del Mediterráneo. Los planteamientos económicos del diseño del videojuego proveen al jugador de mecanismos que le permiten expandirse y fundar colonias comerciales, además de anexionar nuevos territorios. Asimismo, es posible iniciar una campaña militar con alguno de los reinos sucesores, a partir de los cuales podremos conocer al detalle la historia del propio Alejandro Magno (véase figura 2).

Figura. 2. El legado de Alejandro, muy presente en el desarrollo de *Imperator: Rome*



Tal y como puede apreciarse en el nombre que los desarrolladores le han dado a este videojuego, el eje central del juego es la historia de Roma. Si decidimos comenzar con la potencia del Lacio, se nos brinda la posibilidad de participar en varios episodios fundamentales: la guerra contra samnitas y etruscos y la expansión romana por la península itálica. También podremos interactuar en el contexto histórico relacionado con la archienemiga Cartago, creando paulatinamente una situación de tensión diplomática que desembocará en la primera guerra púnica. De esta forma protagonizaremos alguna de las etapas más importantes de su historia, ejerciendo el control político, económico o militar, al tiempo que participaremos de la expansión colonial.

Esta expansión puede trasladarnos a Hispania, donde el nivel de detalle apreciado en el mapa de campaña es tal que está contemplada la posibilidad de interacción con numerosas facciones iberas, lo que nos ofrecerá detalles de la organización tribal estilada entre los pueblos prerromanos, así como los mecanismos necesarios para lograr frenar la expansión romana o cartaginesa. *Imperator: Rome* ofrece la posibilidad de recorrer habituales escenarios del mundo clásico y experimentar en primera persona diferentes acontecimientos históricos. Como propuesta didáctica, podría ser planteado recrear una campaña en el papel de Cartago para doblegar a Roma. Tal supuesto reforzaría los contenidos tratados en clase desde una perspectiva distinta. Los escenarios en los que se desarrollaría la primera guerra púnica, así como las causas del conflicto, tendrían relación con lo trabajado por el profesor en el aula, aunque con un ángulo más innovador. El alumno tendría la opción de conocer la casuística histórica para cambiar el rumbo de los acontecimientos, creando un trasfondo geopolítico en el que Cartago extendiera su hegemonía en el continente africano y fundara establecimientos en la península ibérica (véase figura 3).

Figura 3. En *Imperator: Rome*, el mensaje introductorio anticipa lo inevitable del conflicto entre Roma y Cartago antes de que el estudiante elija contendiente





Senatus populusque romanus

Durante más de 20 años, la incipiente República romana ha luchado intensamente contra el pueblo samnita, al sur. Aunque muchas veces la victoria pareció imposible, la guerra terminó a favor de Roma, lo que desembocó en la liberación de la importante ciudad griega de Neápolis. Los samnitas se retiraron a lamerse las heridas, pero no han sido derrotados.

Al norte, el pueblo etrusco observa la expansión de la República con preocupación. Al sur, innumerables ciudades-estado griegas urden planes en secreto, mientras que solicitan ayuda a su benefactor en Grecia. En la lejana isla de Sicilia, la invasión extranjera por parte del misterioso Imperio cartaginense amenaza el delicado equilibrio de poder de la región.

¿Roma triunfará o caerá ante los conflictos internos y las hordas de bárbaros?
El destino de la República está en tus manos.

¡Por la República!

Fuente: *Imperator: Rome*, Paradox Interactive, 2019.

El currículo de segundo de ESO, siguiendo un criterio cronológico, se centra fundamentalmente en analizar la Edad Media. A lo largo del curso, los alumnos deben ser capaces de conocer e identificar las distintas etapas en las que está dividido el Medievo, desde la caída del Imperio romano hasta la toma de Constantinopla por parte de los turcos. Deben comprender conceptos como «Alta», «Plena» o «Baja Edad Media», así como identificar a los principales protagonistas de las potencias hegemónicas de estos periodos y analizar la forma en la que estas se organizaban. Conceptos como «imperio» (en el caso de Bizancio) o «reino» deberán ser al mismo tiempo complementados con el conocimiento de las formas de gobierno, la religión y los periodos de crisis y conflictos más destacables a lo largo de estos diez siglos. Consideramos que el videojuego que mejor puede ilustrar este periodo es *Crusader Kings II*.

Este título de Paradox Interactive, ambientado en el periodo medieval, permite al usuario ejercer los roles propios de un mandatario (rey, emperador, califa, conde, duque, etc.)

así como la gestión al frente de sus dominios. Al margen de las posibilidades que ofrece, consideramos que, atendiendo a lo establecido por la LOMCE en relación con los contenidos que deben impartirse en segundo de ESO, el alumno reforzaría conocimientos sobre la Edad Media desde el punto de vista conceptual: etapas, división política, invasiones germánicas, Imperio bizantino, islam, reinos cristianos de la península ibérica, crisis de la Baja Edad Media, peste negra, etc.

Los videojuegos pueden ser una herramienta muy útil para complementar la clase magistral, ya que promueven el aprendizaje activo y autónomo, y brindan al estudiante la posibilidad de experimentar en primera persona algunos episodios relevantes del pasado

Los contenidos tratados en el título *Crusader Kings II* nos muestran detalles ambientados en diversos momentos de la historia, dependiendo de las elecciones del usuario. El primer inicio por el que podemos optar es el del año 769, denominado precisamente «Alta Edad Media», y que contiene una descripción detallada de la época y de los principales monarcas recomendados para jugar en dicho periodo. Lo mismo sucede con los demás comienzos seleccionables: época vikinga (867), el siglo de hierro (936), Plena Edad Media (1066) y crisis de la Edad Media (1337).

Este rango de elecciones permite al usuario ubicarse cronológicamente y disponer de unas nociones precisas relativas al contexto en el que va a comenzar su campaña, así como conocer mejor al gobernante que elija. Como se puede apreciar, desde la propia pantalla de inicio del juego, este nos ofrece una distinción entre los distintos periodos y contextos históricos, lo que ya de por sí puede servir para reforzar las nociones cronológicas tratadas previamente en clase siguiendo los contenidos curriculares establecidos (véanse figuras 4 y 5).

Figura 4. Diversas cronologías seleccionables al comienzo de la partida de *Crusader Kings II*



Figura 5. Descripción de la época y del gobernante elegido en *Crusader Kings II* (en este caso, la Alta Edad Media y Carlomagno)



Una vez iniciada la partida, el usuario del videojuego debe tomar sus propias decisiones, que condicionarán acontecimientos venideros y futuras relaciones de vasallaje. Podremos optar por actuar como un gobernante ecuánime o un déspota, y el desarrollo de los eventos irá perfilando a nuestro personaje. Podremos gestionar los fondos de nuestro tesoro organizando suntuosos banquetes, cometer adulterio o decantarnos por una opción más ascética que nos acerque al estamento religioso (véase figura 6).

Pero quizás el mayor beneficio pedagógico del videojuego *Crusader Kings II* es que nos adentra en el entramado social y político de la época, pudiendo entrar en contacto con diversas culturas: cristianos católicos, ortodoxos, beduinos de fe suní, pueblos de fe pagana, hindúes, etc., y diferentes formas de gobierno. De esta forma, podremos experimentar distintos posicionamientos confesionales (yihad incluida) y tomar partido en el conflicto entre religiones. Las posibilidades de inmersión histórica abarcan también saqueos protagonizados por tribus germánicas o escandinavas.

Figura 6. Panel de *Crusader Kings II* en el que se muestra a nuestro personaje y las relaciones con nuestros vasallos

The screenshot displays the character panel for **Rey Alfonso VI de León** (Age 26). The panel includes a portrait, a list of titles (King of León, King of Castile, King of Galicia, King of Asturias, King of Navarre, King of Portugal, King of Aragon, King of Sicily, King of Sicily, King of Sicily, King of Sicily), and a list of vassals. The vassals are listed in a table with columns for Rank, Name, Title, Tax, and Opinion.

Rango	Nombre	Impuesto	Opinión
Condesa	Urraca Jimena	0.0	6
Conde	Diego de Oviedo	0.0	29
Conde	Pedro Venigómez	0.0	59
Conde	Sancho de León	0.0	26
Obispo	Diego	29	0.0
Alcalde	Lope	7.4	9
Alcalde	Munio	6.3	11

A tooltip for the opinion of the lord (Opinión del señor) is visible, showing a value of 6 and several modifiers: Diplomacia estatal: +5, Reinado corto: -8, Autoridad de la Corona limitada: -5, Libre investidura: +10, Herencia sálica sucesión: +5, Tecnología (feudal): +9, Pretendiente del título: -20, Señor es aplicado: +5, and Misma dinastía: +5.

Fuente: *Crusader Kings II*, Paradox Interactive, 2012.

A lo largo de una partida los estudiantes pueden reforzar contenidos curriculares previamente abordados en clase. Por otro lado, una de las principales ventajas para plantearse la posibilidad de emplear *Crusader Kings II* como refuerzo didáctico en las aulas de secundaria es que jugarlo no conlleva gasto alguno. Si bien de manera gratuita no es posible acceder a todo el contenido, las posibilidades que ofrece son más que suficientes para promover actividades en clase. Existe la opción de que el profesor solicite a cada alumno que suplante a un gobernante determinado, como ensayo para mejorar las relaciones con sus vasallos, logrando una opinión favorable de él a partir de una correcta gestión en la concesión de títulos y feudos, así como que entre en contacto con los motores que rigen las relaciones de subordinación del monarca con duques, condes u obispos de sus dominios.

En el horizonte cronológico de *Crusader Kings II* se encuentra la Baja Edad Media, que permite experimentar el periodo de crisis a partir del desarrollo de diversos acontecimientos, uno de los cuales es la peste negra que azotó Europa. Considerando que actualmente nos encontramos en un contexto sanitario adverso de pandemia mundial, puede resultar conveniente que los alumnos calibren –a través de la experimentación– el impacto de la peste en la sociedad medieval. Al mismo tiempo, el desarrollo de la partida puede ser una introducción perfecta para abordar la configuración de los reinos de taifas y la unión entre Castilla y Aragón.

Dado que el temario de tercero de ESO comienza precisamente donde terminó el curso anterior, *Europa Universalis IV* es una opción válida para retomar el proceso de aprendizaje en un entorno virtual, dando continuidad al videojuego *Crusader Kings II* con este otro título de Paradox Interactive. El temario del último curso del primer ciclo de secundaria comienza con el reinado de los Reyes Católicos, seguido del periodo de los Austrias y los primeros Borbones y llegando a la creación del reino español en tiempos de Felipe V. Por tanto, los alumnos realizan un recorrido por los principales hitos de la Edad Moderna centrados principalmente en la historia de España.

Europa Universalis IV recrea contextos históricos desarrollados entre los siglos XV y XIX y, al contrario de lo que sucedía en el caso de *Crusader Kings II*, ejerceremos el control sobre una nación en vez de sobre un personaje concreto. El juego nos brinda la opción de dirigir algunas de las dinastías más influyentes del citado periodo desde una amplia variedad de elecciones según el destino y circunstancias históricas elegidas por el usuario.

Cabe reseñar que en este título adquieren especial visibilidad las relaciones diplomáticas entre monarquías, así como la posibilidad de encarnar a alguno de los soberanos que dirigieron las naciones modernas europeas: Carlos V, Felipe II, Felipe III, Carlos II o Felipe IV. Los escenarios recreados contemplan distintos desenlaces. Entre ellos, conflictos dinásticos, como la guerra de Sucesión. Y, en el ámbito internacional, el videojuego concede también un importante protagonismo a la casuística religiosa derivada de cismas y reformas; así como las habilidades diplomáticas desplegadas en contextos bélicos o de tensión. Tal opción incluye, por ejemplo, la posibilidad de desempeñar el rol de un pueblo precolombino que opone resistencia a la conquista española. También las actividades mercantiles cobran mayor peso, así como los avances tecnológicos propios de cada época (véase figura 7).

Figura 7. Distintos comienzos históricos seleccionables en la campaña de *Europa Universalis IV*

8. Adaptación curricular: videojuegos en el segundo ciclo (4.º de ESO)

El segundo ciclo de educación secundaria se cierra con el cuarto curso, en el que los estudiantes abordan cuestiones relativas a los siglos XVIII, XIX y XX. Si atendemos a los contenidos recogidos en el Real Decreto 1105/2014 –donde se establece que los primeros temas de 4.º de ESO deben tratar sobre el siglo XVIII en Europa, la Ilustración y el proceso de cambio del feudalismo al absolutismo y al parlamentarismo–, *Europa Universalis IV* sería una herramienta útil para cubrir esta primera parte del temario. Este videojuego permite al usuario tomar parte en alguno de los acontecimientos clave de finales del siglo XVIII, como la guerra de la Independencia de los Estados Unidos o la Revolución francesa. Pero a lo largo del curso académico también se aborda la crisis del Antiguo Régimen y los profundos cambios políticos, sociales y económicos acontecidos durante los siglos XIX y XX. Si bien es cierto que diversos aspectos como la revolución científica o la industrialización son menos propensos a ser trasladados a un videojuego, los principales conflictos bélicos del siglo XX son plasmados de manera magistral en el título que proponemos para este curso.

Hearts of Iron IV recrea uno de los periodos más turbulentos de la historia reciente: la Segunda Guerra Mundial. Tal y como sucedía en el anterior título de Paradox Interactive, los jugadores vuelven a ejercer el control de una nación en un título de gran estrategia política y militar con todos los alicientes necesarios para ambientar de la mejor manera posible esta época. El videojuego permite que el jugador se implique tomando decisiones políticas sobre la forma de gobernar. Por ejemplo, ejerciendo control sobre los partidos políticos, con la posibilidad de vetarlos, fomentando la libertad de prensa o la censura y promoviendo un gobierno democrático o una dictadura. Las investigaciones y el desarrollo tecnológico son especialmente relevantes en el avance militar, lo que convierte el comercio (importación y exportación de materias primas) y la diplomacia en actividades decisivas para la consecución de fines militares.

Teniendo presente lo anterior, al igual que en apartados precedentes, y siendo conscientes de que la primera parte del temario establecido en este curso puede ser abordada utilizando *Europa Universalis IV*, los contenidos que deben ser impartidos en cuarto de ESO, y que podrían ser complementados con la utilización del presente videojuego, serían los siguientes: imperialismo decimonónico, causas y consecuencias de la Primera Guerra Mundial, la difícil posguerra alemana, fascismo italiano, nazismo alemán, Segunda República española (1931), guerra civil española o causas de la Segunda Guerra Mundial (véase figura 8).

Figura 8. Algunas de las naciones seleccionables al comienzo de la campaña de *Hearts of Iron IV*



Fuente: *Hearts of Iron IV*, Paradox Interactive, 2016.

Adquieren especial relevancia las formas de gobierno (véase figura 9), lo que facilitará establecer tratados diplomáticos con otras potencias. Los Estados fascistas podrán formar alianzas e incluso integrarse dentro del Eje, mientras que será mucho más sencillo que otras potencias democráticas acepten firmar tratados con nosotros si nuestro sistema de gobierno también es democrático. El control de los partidos, la prensa y otro tipo de acciones políticas, como el veto de ciertas ideologías, así como otras de carácter social, como la mejora de las condiciones laborales, irán configurando las características de nuestra nación, dotándola de mayor o menor estabilidad. Para esta tarea, también podremos contar con asistentes, personajes históricos que nos proporcionarán ciertos beneficios si decidimos contar con ellos.

El videojuego *Hearts of Iron IV* podría ser aplicable no solo en cuarto de ESO, sino también en los cursos de bachillerato, debido fundamentalmente a que los contenidos impartidos tanto en primero como en segundo centran su atención en la historia contemporánea

Atendiendo a la relevancia del auge de los fascismos para los acontecimientos que tuvieron lugar en la primera mitad del siglo XX, una actividad que podría realizarse en las aulas sería, jugando como la Alemania nazi, descubrir las distintas posibilidades de influir en los acontecimientos mundiales desde 1936. Seleccionar esta nación para comenzar nuestra campaña abre ante nosotros un amplio abanico de opciones para elegir qué rumbo deseamos tomar.

Es posible afianzar las relaciones con el fascismo italiano y español, pudiendo enviar voluntarios tanto a la guerra que Italia está dirigiendo en Etiopía como apoyando el levantamiento franquista en España, de igual forma, mediante el envío de tropas. Cada alumno podría considerar qué decisiones se toman en el Gobierno, desde seguir con el régimen totalitarista hasta oponerse a Hitler. Esto permitirá, una vez más, abordar la causalidad histórica, apreciando cómo las decisiones de los Gobiernos influyeron en la deriva política de sus naciones y en el surgimiento, o no, de conflictos a gran escala.

Lo verdaderamente interesante es que los alumnos también podrán optar por seguir un camino totalmente opuesto al acontecido históricamente. Podrán gobernar Alemania logrando una deriva democrática en el país mediante el juego político con distintos partidos, o estableciendo una alianza con la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) más allá del tratado Molotov-Ribbentrop. Será posible también modificar el plan original de Hitler y ejecutarlo de tal manera que tener dos frentes simultáneamente no desgaste tanto al ejército. Una vez más, los recursos que el juego pone a nuestra disposición para determinar el rumbo que deseamos tomar es lo que convierte a *Hearts of Iron IV* en una propuesta interesante que, además de permitir a los alumnos comprobar la forma en la que se produjeron los hechos históricos, les brindará la posibilidad de conocer el contexto en el que surgieron y cómo determinados acontecimientos y decisiones fueron las que los propiciaron.

Figura 9. Menú de *Hearts of Iron: IV* dedicado a la política



Fuente: *Hearts of Iron IV*, Paradox Interactive, 2016.

Por último, debemos añadir que esta propuesta podría ser aplicable también en los cursos de bachillerato, debido fundamentalmente a que los contenidos impartidos tanto en primero como en segundo centran su atención en la historia contemporánea. Aquí reside otro de los potenciales beneficios de emplear este título en cuarto de ESO, dado que podría servir para motivar al alumnado de cara a próximos cursos, siendo además conocedor de los protagonistas y del escenario en el que tienen lugar los nuevos contenidos.

9. Conclusiones

Los avances tecnológicos de los últimos años nos están obligando a repensar el uso de algunos recursos cibernéticos con alto potencial educativo. Los videojuegos se están revelando como herramientas didácticas de gran proyección pedagógica, especialmente en alumnos de educación secundaria. Si se exploran bien sus posibilidades, la gamificación puede convertirse en una «coartada didáctica» innovadora y eficiente en las aulas de secundaria. Gracias a la capacidad inmersiva de un videojuego, la finalidad lúdico-comercial con que fue concebido puede ser redirigida hacia el ámbito educativo. De esta manera, se

crean entornos de aprendizaje virtuales que reportan beneficios académicos en la transferencia de contenidos previstos en las trayectorias curriculares de ESO.

Es indiscutible que la «revolución tecnológica», especialmente en el siglo XXI, ha acausado cambios en los hábitos cotidianos que han alterado para siempre la interacción entre humanos y la relación de estos con el medio. Los adolescentes conviven diariamente con *smartphones*, *tablets*, ordenadores y otros dispositivos. En tal contexto de devoradora era digital, el docente se enfrenta a un panorama incierto y a nuevos peligros derivados del abuso cibernético-electrónico y su uso nocivo. Es fundamental la correcta utilización de los recursos a su alcance y, en lo respectivo a los ordenadores, los videojuegos históricos constituyen una herramienta apropiada para complementar los conocimientos adquiridos en las clases de Historia. Precisamente los avances tecnológicos han ido a la par de otro fenómeno como el auge de los videojuegos de temática histórica, retroalimentado a su vez por la revitalización de este género en otras formas de ocio como el cine o la literatura.

Fruto también de esta revolución, la historiografía ha tendido a ofrecer cada vez más estudios centrados en la gamificación, donde los videojuegos han empezado a ocupar un lugar privilegiado junto con otras formas de juego en las aulas. Por todo ello, el desarrollo de ambas corrientes en los últimos años, tanto historiográfica como didáctica, es lo que permite aunar el uso de videojuegos de temática histórica y la innovación didáctica, empleando la proyección del pasado y las herramientas que diversos títulos ponen a disposición del usuario para crear entornos de aprendizaje virtuales.

Siguiendo esta corriente, hemos diseñado una propuesta educativa en función de la innovación docente, centrada fundamentalmente en el desarrollo de los contenidos, de tal forma que hemos podido apreciar hasta qué punto resulta sencillo adaptar los contenidos curriculares a los contextos históricos que se recrean en los títulos seleccionados. Es precisamente por esta razón por la que todas las variantes que ofrecen los videojuegos analizados y las herramientas que ponen a disposición del usuario los convierten en una verdadera fuente de simulación histórica.

Esta propuesta promueve que los alumnos no sean receptores pasivos y puedan participar en el proceso de aprendizaje, llegando incluso a ser ellos mismos los protagonistas y generando así un contexto donde el aprendizaje significativo adquiera especial relevancia. Este es, sin duda, uno de los grandes beneficios que puede aportar la simulación: sustituir virtualmente a personajes históricos para replantear las decisiones tomadas, así como el impacto que estas tuvieron en el rumbo de la historia. Tal estrategia de inmersión lúdico-educativa proporcionaría al usuario del videojuego una perspectiva histórico-crítica con la que hacer frente a los problemas históricos surgidos. Podrá comprender también las dinámicas sociales y la complejidad de las interacciones entre los grupos; circunstancia que se ve potenciada por las posibilidades que el videojuego ofrece en cuanto a las

múltiples elecciones ofertadas al usuario en el desarrollo del juego. Por otro lado, los conocimientos sobre geografía política se verán claramente reforzados teniendo en cuenta que estos videojuegos tienen como escenario principal un mapa del mundo ambientado en distintas épocas, mostrando la extensión de imperios, reinos, países, regiones u otro tipo de espacios políticos. De esta forma, no se reforzarán únicamente los contenidos históricos, sino también los geográficos, un aspecto fundamental si tenemos en cuenta los contenidos curriculares y el hecho de que la asignatura encargada de impartirlos durante la etapa de secundaria es denominada Geografía e Historia.

Por último, es importante señalar que el buen uso de un videojuego puede convertir un espacio de ocio en espacio de aprendizaje. Si es así, incluso de forma inconsciente, los alumnos seguirán aprendiendo fuera de las aulas de manera autónoma y crítica. En definitiva, se trata de una herramienta con potencial educativo que nos ayudará a superar las reticencias y recelos que recaen sobre los materiales digitales y su eficiencia didáctica.

Referencias bibliográficas

- Annetta, L. A. (2008). Video games in education: why they should be used and how they are being used. *Theory Into Practice*, 47(3), 229-239.
- Arias, M. (2014). Using video games in education. *Journal of Mason Graduate Research*, 1(2), 49-69.
- Aznar-Díaz, I., Raso-Sánchez, F., Hinojo-Lucena, M. y Romero-Díaz de la Guardia, J. J. (2017). Percepciones de los futuros docentes respecto al potencial de la ludificación y la inclusión de los videojuegos en los procesos de enseñanza-aprendizaje. *Educación*, 53(1), 11-28.
- Borrás Gené, O. (2015). *Fundamentos de la gamificación*. Universidad Politécnica de Madrid; Gabinete de Tele-Educación.
- Cabero Almenara, J. (2007). Las necesidades de las TIC en el ámbito educativo: oportunidades, riesgos y necesidades. *Revista Tecnologías y Comunicación Educativas*, 45, 5-19.
- Casado Rigalt, D. (2018). Un proyecto innovador en arqueología. El uso de material audiovisual como recurso didáctico en la enseñanza universitaria. *Complutum*, 292, 427-450.
- Christesen, P. y Machado, D. (2010). Video games and classical antiquity. *The Classical World*, 104(1), 107-110.
- Contreras Espinosa, R. S. y Eguia, J. L. (Eds.). (2017). *Experiencias de gamificación en las aulas*. InCom-UAB Publicacions 15. Institut de la Comunicació; Universitat Autònoma de Barcelona.
- Corchuelo-Fernández, C. A. (2018). Gamificación en educación superior: experiencia innovadora para motivar estudiantes y dinamizar contenido en el aula. *EDUTECH. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 63, 29-41.
- Cuenca Orozco, D. (2018). Game Studies. Entornos virtuales e inmersión en los videojuegos. *Revista Luciérnaga. Comunicación*, 10(20), 14-26.

- Cuenca Orozco, D. y López Solís, F. (2021). Videojuegos y procesos de transmediación. Una aproximación a los universos transmedia videolúdicos a través de la franquicia Fallout. *Virtualis. Revista de Cultura Digital*, 12(22), 18-30.
- Díaz Cruzado, J. y Troyano Rodríguez, Y. (2013). El potencial de la gamificación en el ámbito educativo. *III Jornadas de Innovación Docente. Innovación Educativa: Respuesta en Tiempo de Incertidumbre*. Departamento de Psicología Social de la Universidad de Sevilla.
- Egberts, L. y Bosma, K. (Eds.). *Companion to European Heritage Revivals*. Springer Open.
- Esnaola Horacek, G. (2004). *La construcción de la identidad a través de los videojuegos: un estudio del aprendizaje en el contexto institucional de la escuela* (Tesis doctoral). Universidad de Valencia.
- Etxeberria, E. y Aguado-Cantabrana, O. (2016). *Veni, lusi vinci: el «rostro de la batalla» en Roma y la Edad Media a través de los videojuegos*. En J. M. Jiménez, I. Mugueta y G. F. Rodríguez (Coords.), *Historia y videojuegos: el impacto de los nuevos medios de ocio sobre el conocimiento histórico* (pp. 105-122). Centro de Estudios Medievales de la Universidad de Murcia.
- Fernández Prieto, M. S. (2001). *Las nuevas tecnologías en la educación: análisis de modelos de aplicación*. Universidad Autónoma de Madrid.
- García Lapeña, A. y Ferragut, D. (Eds.). (2019). *Ensayos y errores: arte, ciencia y filosofía en los videojuegos*. Anait.
- Gee, J. P. (2007). *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. Palgrave Macmillan.
- Gómez Ortega, J. (Ed.). (2016): *UNIVERSITIC 2016. Análisis de las TIC en las universidades españolas*. CRUE. Universidades Españolas.
- Granic, I., Lobel, A. y Engels, C. M. E. (2014). The benefits of playing video games. *American Psychological Association*, 69(1), 66-78.
- Gros Salvat, B. y Lara Navarra, P. (2009). Estrategias de innovación en la educación superior: el caso de la Universitat Oberta de Catalunya. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49, 223-245.
- Guita, C. y Andrikopoulos, G. (2009). Total war and total realism: a battle for antiquity in computer game history. En D. Lowe y K. Shahabudin (Eds.), *Classics for All: Reworking Antiquity in Mass Culture* (pp. 109-126). Cambridge Scholars.
- Hatlen, J. F. (2012). Students of Rome: total war. En T. S. Thorsen (Ed.), *Greek and Roman Games in the Computer Age* (pp. 175-203). Akademika Publishing.
- Herrera, F. (2017). Gamificar el aula de español. *Revista LdeLengua 2. International House*, 1-38.
- Jiménez Alcázar, J. F., Mugueta, I. y Rodríguez, G. F. (Coords.). (2016). *Historia y videojuegos: el impacto de los nuevos medios de ocio sobre el conocimiento histórico*. Colección Historia y Videojuegos 2. Centro de Estudios Medievales de la Universidad de Murcia.
- Kapell, M. W. y Elliott, A. B. R. (2013). *Playing with the Past. Digital Games and Simulation of History*. Bloomsbury.
- López Gómez, S. y Rodríguez Rodríguez, J. (2016). Experiencias didácticas con videojuegos comerciales en las aulas españolas. *Revista DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, 33, 1-8.

- Lowe, D. (2009). Playing with antiquity: video-game receptions of the classical world. En D. Lowe y K. Shahabudin (Eds.), *Classics for All: Reworking Antiquity in Mass Cultural Media* (pp. 64-90). Cambridge Scholars.
- Martí-Parreño, J., Seguí-Mas, D. y Seguí-Mas, E. (2016). Teachers' attitude towards an actual use of gamification. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 228, 682-688.
- McCall, J. (2011). *Gaming the Past: Using Video Games to Teach Secondary History*. Routledge.
- Mitchell, A. y Savill-Smith, C. (2004). *The Use of Computer and Video Games for Learning: a Review of Literature*. Learning and Skills Development Agency.
- Mora, F. (2013). *Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama*. Alianza Editorial.
- Moreno Cantano, A. C. y Venegas Ramos, A. (2020). El videojuego como espejo de la sociedad contemporánea. *Barataria. Revista Castellano-Manchega de Ciencias Sociales*, 29, 1-8.
- Newman, J. (2004). *Videogames*. Routledge.
- Núñez-Barriopedro, E., Sanz-Gómez, Y. y Ravina-Ripoll, R. (2020). Los videojuegos en la educación: beneficios y perjuicios. *Revista Electrónica Educare (Educare Electronic Journal)*, 24(2), 1-18.
- Ortiz-Colón, A.-M., Jordán, J. y Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e Pesquisa*, 44, 1-17.
- Parra, E. y Torres, M. (2018). La gamificación como recurso didáctico en la enseñanza del diseño. *Educación Artística: Revista de Investigación (EARI)*, 9, 160-173.
- Peñate Domínguez, F. (2017). Los historical game studies como línea de investigación emergente en las humanidades. *Cuadernos de Historia Contemporánea*, 39, 387-398.
- Perdomo Vargas, I. R. y Rojas Silva, J. A. (2019). La ludificación como herramienta pedagógica: algunas reflexiones desde la psicología. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 18(36), 161-178.
- Radetich, L. y Jakubowicz, E. (2014). Using video games for teaching history. Experience and challenges. *Athens Journal of History*, 1(1), 9-22.
- Revuelta Domínguez, F. I. (2004). El poder educativo de los juegos on-line y de los videojuegos, un nuevo reto para la psicopedagogía en la sociedad de la información. *Theoría. Ciencia, Arte y Humanidades*, 13, 97-102.
- Reyes Jofré, D. E. (2018). Gamificación de espacios virtuales de aprendizaje. *Contextos: Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales*, 41(extra), 1-16.
- Rodríguez, F. y Santiago, R. (2015). *Gamificación: cómo motivar a tu alumnado y mejorar el clima en el aula*. Innovación Educativa; Digital-Text; Grupo Océano.
- Rollinger, C. (2016). Fantasmagoría de la guerra: estrategias de autenticidad, historicidad afectiva y guerra antigua en videojuegos modernos. *Thersites. War of the Senses-The Senses in War. Interactions and Tensions Between Representations of War in Classical and Modern Culture*, 4, 313-341.
- Rojas-Barahona, C. A., Moreno-Ríos, S. y García-Madruga, J. A. (2010). Desarrollo del razonamiento deductivo: diferencias entre condicionales fácticos y contrafácticos. *Psicológica*, 31, 1-24.
- Šakić, M. y Varga, V. (2015). Video games as an education tool. *The Sixth International Conference on e-Learning (e-Learning 2015)*.

- Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 1, 1-16.
- Sebastián Pascual, L. (2016). *La pastilla verde*. Meridiano.
- Simpson, E. S. (2005). Evolution in classroom: what teachers need to know about the video game generation. *TechTrends*, 49(5), 17-22.
- Tedesco, J. C. (2000). *Educación en la sociedad del conocimiento*. Fondo de Cultura Económica.
- Torres-Toukourmidis, A. y Romero-Rodríguez, L. M. (2018). Aprender jugando. La gamificación en el aula. En R. García-Ruiz, A. Pérez-Rodríguez y A. Torres (Eds.), *Educación en los nuevos Medios. Claves para el desarrollo de la competencia mediática en el entorno digital*. Universidad Politécnica Salesiana: Abya Yala.
- Tünnernann Bernheim, C. y Souza Chauí, M. de (2003). Desafíos de la universidad en la sociedad del conocimiento, cinco años después de la Conferencia Mundial sobre Educación Superior. *UNESCO. Forum Occasional Paper Series Paper*, 4/S, 1-31.
- Velasco Martínez, L. (Coord.). (2021). *Estrategias de ludificación aplicadas a la enseñanza de la historia: educación secundaria y universidad*. Graó.
- Veugen, C. (2014). Using games to mediate history. En L. Egberts y K. Bosma (Eds.), *Companion to European Heritage Revivals*. Springer Open.
- Villatoro, M. P. y Sánchez J. M. (2018). ¿Se puede aprender historia con los videojuegos de guerra? *ABC*. https://www.abc.es/cultura/abci-videojuegos-toman-relevocine-historico-cultura-popular-201803182323_noticia.html
- Wainwright, A. M. (2014). Teaching historical theory through video games. *The History Teacher*, 47(4), 579-612.
- Winnerling, T. (2014). The eternal recurrence of all bits: how historicizing video game series transform factual history into affective historicity. *Eludamos. Journal for Computer Game Culture*, 8(1), 151-170.

Alejandro Campillo Unamunzaga. Doctor en Historia por la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU) (España), defendió su tesis doctoral en la Facultad de Letras en diciembre de 2019. Durante cuatro años estuvo trabajando como personal investigador no doctor en el Departamento de Estudios Clásicos, impartiendo docencia y participando en diversas jornadas científicas, al mismo tiempo que pudo trabajar en otros centros de investigación, tanto nacionales como internacionales. <https://orcid.org/0000-0002-7392-1543>

Daniel Casado Rigalt. Profesor contratado con un sexenio de investigación. Ha publicado 18 artículos científicos de impacto y 11 libros. Imparte docencia en la Universidad a Distancia de Madrid, UDIMA (España) desde 2009. <https://orcid.org/0000-0002-7463-057X>

Contribución de autores. A. C. U. y D. C. R. han participado a partes iguales en la elaboración de todos los apartados que constituyen este proyecto y aportación académica.



Potencialidades didácticas de la inteligencia artificial: mediaciones tecnológicas para una enseñanza disruptiva

Silvia Coicaud

Noveduc (Argentina)

128 páginas – 2019 (1.ª ed. papel) – 2.300 \$ ARS + Gastos de envío

2020 (1.ª ed. digital) – 399 \$ ARS + Gastos de envío

ISBN: 978-987-538-679-2

ISBN PDF: 978-987-538-693-8

Extracto

Las tecnologías basadas en recursos y medios digitales constituyen herramientas amplificadoras para socializar información y procesos de comunicación. Resulta difícil hablar de tecnologías aisladas como tendencias tecnológicas, es decir, resulta más interesante mostrar cómo y dónde están desplegando su mayor potencial y, al combinarse con otras tecnologías, dónde se están consiguiendo los resultados más impactantes. Esta obra presenta una amplia oferta de tecnologías inmersivas que invitan a romper con las formas tradicionales de enseñanza. Su autora nos propone experimentar la idea de «inmersión» con la finalidad de indagar en los escenarios tecnológicos de la inteligencia artificial, la realidad virtual, la realidad extendida y la robótica. A lo largo de sus siete capítulos, y bajo la metáfora de un «laboratorio de innovación», los docentes interesados en su lectura podrán encontrar un amplio abanico de propuestas de enseñanza basadas en tecnologías digitales disruptivas para abordar las prácticas de enseñanza en las instituciones educativas.

Palabras clave: inteligencia artificial; inmersión; innovación; disrupción; realidad extendida; realidad virtual; realidad aumentada.

Abstract

Technologies based on digital resources and media constitute amplifying tools to socialize information and communication processes. It is difficult to speak of isolated technologies as technological trends, that is, it is more interesting to show how and where they are unfolding their greatest potential and, when combined with other technologies, where the most impressive results are being achieved. This work presents a wide range of immersive technologies that invite you to break with traditional forms of teaching. The author of it proposes us to experience the idea of «immersion» in order to investigate the technological scenarios of artificial intelligence, virtual reality, extended reality and robotics. Throughout its seven chapters, and under the metaphor of an «innovation laboratory», teachers interested in reading it will be able to find a wide range of teaching proposals based on disruptive digital technologies to address teaching practices in educational institutions.

Keywords: artificial intelligence; immersion; innovation; disruption; extended reality; virtual reality; augmented reality.

En esta última década del siglo XXI han surgido desarrollos tecnológicos que nos interpe-
lan acerca de cómo será la educación del futuro en escenarios complejos, multidisciplinares
y multimodales que se afianzan a través de procesos de hibridación en entornos tecnológicos
diversos. La convergencia de tecnologías tales como realidad virtual, realidad aumentada y
realidad extendida ha evolucionado a interacciones con otras interfaces, objetos del mundo
y redes que enlazan y conectan con el campo de la robótica y de la inteligencia artificial.

Adicionalmente, existe una mirada ecológica actual del aprendizaje que tiene como di-
ferencial romper los límites espacio-temporales del proceso educativo; en particular, gra-
cias a las tecnologías digitales. Se alteran también los tradicionales roles entre estudiante
y profesor, y, en este sentido, podemos agregar que los sistemas educativos necesitan en-
tornos flexibles que permitan desarrollar las capacidades de autoaprendizaje, creatividad,
autonomía, iniciativa y expresión multilingüaje.

Esta obra describe una variedad de tecnologías de vanguardia que no tienen valor si no
se consigue romper con la tradicional visión lineal-secuenciada de la educación. En su re-
corrido, la autora nos invita a indagar en distintas propuestas de tecnologías novedosas que
nos proponen la «inmersión» para entender los escenarios tecnológicos en los que se ex-
perimenta con la inteligencia artificial, la robótica, la realidad virtual y la realidad extendida.

Los proyectos que se presentan en este libro incorporan tecnologías digitales que se con-
solidan bajo la metáfora de un «laboratorio de innovación». Desde un punto de vista didáctico,
promueven un aprendizaje dentro de un modelo o paradigma constructivista con la guía del do-
cente y de los diferentes niveles donde se pueden abordar las actividades de realidad extendida.

Retomando el concepto de «inmersión», nuevas estrategias permiten crear condiciones
tecnopedagógicas que propician en los estudiantes la metodología de «aprender haciendo»
en la interacción con el contenido. Aunque «inmersión» y «presencia» son dimensiones dis-
tintas, se encuentran vinculadas, pues la inmersión requiere estar dentro de un elemento fí-
sico, y la presencia, estar enfrente de una entidad definida. Trabajar con inmersiones hace
recuperar los sentidos y construir abstracciones.

En el contexto de la educación superior, la puesta en marcha de programas mediados
por tecnologías y dispositivos digitales de carácter emergente resulta un desafío. A lo largo
de los siete capítulos que componen la obra, la propuesta es ofrecer dispositivos, medios
y recursos para llevarlo a cabo.

En el primer capítulo se explican las particularidades del paradigma disruptivo que ca-
racteriza la educación mediada por tecnologías digitales. Sin duda, las perspectivas que las
tecnologías nos presentan implican un avance importante hacia los dispositivos móviles,
que otorgan fundamentalmente un sentido de ubicuidad en las instituciones.

El segundo capítulo se centra en la inteligencia artificial en la educación. Se analizan
propuestas educativas en la educación superior, en particular de la Universidad Nacional de
la Patagonia (Argentina). Se reflexiona también sobre cuestiones éticas que la inteligencia

artificial plantea en el ámbito educativo, como son la propiedad intelectual y la privacidad de los datos. Surgen interrogantes como ¿quién posee los datos y para qué propósitos?, ¿qué datos se pueden compartir?, etc.

El tercer capítulo analiza las potencialidades que tiene la robótica educativa como disciplina que permite aprender resolviendo problemas. Se describen algunos proyectos y experiencias didácticas y de investigación en universidades. Así, se presenta la robótica como una propuesta potente para la apropiación de conocimientos complejos y no solo para aprender a construir un robot.

El cuarto capítulo nos acerca al concepto de «realidad extendida» a partir de los desarrollos de la realidad virtual y de la realidad aumentada, que promueven aprendizajes de tipo inmersivo y ubicuos. La realidad extendida combina contenido interactivo en tres dimensiones, propiciando la interacción en diferentes niveles entre un ambiente físico y un ambiente virtual a través de capas de información digital. Así, cuando pensamos en realidad virtual o en realidad extendida, debemos hacerlo en términos de manipulación de objetos y de experimentación (construir experiencias desde la percepción).

En el quinto capítulo se realiza un análisis didáctico de los videojuegos, considerados productos culturales y narraciones lúdicas que potencian el aprendizaje. Hoy por hoy, los juegos digitales mediatizan procesos de aprendizaje. El videojuego como instrumento cultural ofrece mensajes codificados que el docente debe ayudar a decodificar al alumno.

Cuando jugamos, nos apasionamos, nos motivamos y no lo hacemos «a medias», sino que, cuando jugamos, se juega a fondo, y allí surge la idea del «juego completo» que nos recuerda la obra de David Perkins y sus argumentos acerca de la necesidad de experimentar y ser partícipe activo en el aprendizaje. Esta es la idea principal de este capítulo para abordar estrategias cognitivas de orden superior.

El sexto capítulo se centra en las plataformas LMS (*learning management system*) como escenarios contemporáneos que constituyen una trama multidimensional que ha transformado las formas de producción y distribución de conocimiento. En este sentido, las plataformas utilizadas para el diseño de propuestas educativas en línea no deberían ser utilizadas como estructuras cerradas, ni tampoco como objetos neutros, sino como organizadores de acciones pedagógicas que modelen y reconfiguren marcos de pensamiento, tanto de estudiantes como de docentes.

Finalmente, el último capítulo aporta una serie de reflexiones sobre innovación educativa y prácticas disruptivas para la enseñanza. Ideas que nos ayudan a pensar y experimentar a través del concepto de «inmersión» para entender los escenarios tecnológicos. En realidad, este capítulo nos invita a comprender en profundidad la forma en que las tecnologías tensionan las lógicas secuenciales que tenemos en educación, y a las que hacíamos mención en la introducción de esta reseña. La innovación no es una actividad puntual, sino un proceso. Así, los cambios lineales no son posibles en los proyectos de innovación educativa porque las prácticas disruptivas instauran orden y desorden, estructura y ruptura, conflicto y consenso.

Como decíamos en el extracto de esta reseña, la evolución tecnológica y su inclusión en la sociedad se encuentran muy vinculados al impacto que ambos factores producen. Resulta difícil hablar de tecnologías aisladas como tendencias tecnológicas, es decir, tiene más interés mostrar cómo y dónde están desplegando su mayor potencial y, al combinarse con otras tecnologías, dónde se están consiguiendo los resultados más impactantes. En este sentido, el concepto de «mediación» ocupa un lugar destacado a lo largo de toda la obra para la utilización pedagógica de las tecnologías. Así, las tecnologías digitales son herramientas que nos ayudan a modificar nuestra percepción de la realidad y contribuyen a modificar nuestro pensamiento.

Sin duda, la adopción de las tecnologías emergentes y la creación de modelos físicos mediante las tecnologías de la realidad aumentada y de la realidad virtual se han convertido en una alternativa para los procesos de enseñanza y de aprendizaje que han ganado importancia junto a tecnologías como el «internet de las cosas» y las «analíticas de aprendizaje». Es muy probable que este aumento progresivo se deba al incremento exponencial que en años anteriores han tenido algunos de los dispositivos o medios que suelen utilizarse, como son las *tablets* y los móviles inteligentes, los cuales, durante los dos últimos años, como consecuencia de la pandemia provocada por la COVID-19, han sido los más usados para el aprendizaje.

La realidad aumentada y la realidad virtual suponen una adaptación a la nueva cultura hipertextual propia de las nuevas generaciones y facilitan que los estudiantes naveguen, interactúen y construyan su propio conocimiento a partir de la utilización de diferentes recursos y sistemas simbólicos. Permitir la visualización de un objeto o fenómeno desde distintas perspectivas incrementa la inteligencia espacial de los estudiantes.

Este libro no describe tecnologías instrumentales, sino que adopta un abordaje didáctico de la tecnología, y está dirigido principalmente a aquellos docentes que se encuentran motivados a pensar en propuestas de enseñanza basadas en tecnologías digitales disruptivas. Como hemos comentado, la creación de modelos físicos mediante las tecnologías de la realidad aumentada y de la realidad virtual constituye una alternativa para los procesos de enseñanza y aprendizaje que ha ganado relevancia junto a tecnologías como el «internet de las cosas» y las «analíticas de aprendizaje». Implica, además, un avance para la formación en espacios curriculares que requieren de prácticas sostenidas, tanto para una educación presencial como para la modalidad virtual o híbrida.

La incorporación y el desarrollo de tecnologías disruptivas necesita también de otros componentes. Uno de ellos, fundamental, es la predisposición de los usuarios potenciales a usarla. En este sentido, la formación de los docentes en metodologías disruptivas será fundamental en nuevos contextos formativos, cuyos escenarios vislumbran una combinación de lo presencial y lo virtual, además de la «clase invertida», para su desempeño y desarrollo. *Potencialidades didácticas de la inteligencia artificial* es un libro que ofrece una propuesta de tecnologías inmersivas que nos invitan a romper la linealidad secuenciada en la enseñanza.

Paola Dellepiane

Docente de la Universidad Católica Argentina
padellepiane@gmail.com



Principales reseñas de legislación educativa publicadas en el BOE entre mayo y agosto de 2022

Estas reseñas pueden encontrarse en el BOE y en www.normacef.es (Legislación Administrativa)

Main reviews of education legislation published in the BOE between May and August 2022

These reviews can be found in the BOE and at www.normacef.es (Administrative Legislation)

Reseñas mayo 2022

Educación.

Real Decreto 272/2022, de 12 de abril, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para el Aprendizaje Permanente.

(BOE de 7 de mayo de 2022)

Formación del profesorado.

Resolución de 4 de mayo de 2022, de la Dirección General de Evaluación y Cooperación Territorial, por la que se publica el Acuerdo de la Conferencia Sectorial de Educación, sobre la actualización del marco de referencia de la competencia digital docente.

(BOE de 16 de mayo de 2022)

Títulos académicos universitarios.

Resolución de 11 de mayo de 2022, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 10 de mayo de 2022, 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 18 de mayo de 2022)

Resolución de 11 de mayo de 2022, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 10 de mayo de 2022, 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 18 de mayo de 2022)

Universidades. Legislación

Ley 7/2022, de 12 de mayo, de modificación de la Ley 1/2003, de universidades de Cataluña.

(BOE de 27 de mayo de 2022)

Reseñas junio 2022

Universidades. Precios públicos.

Resolución de 26 de mayo de 2022, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publica el Acuerdo de 4 de mayo de 2022, de la Conferencia General de Política Universitaria, por el que se mantienen para el curso académico 2022-2023 las mismas condiciones acordadas para los cursos académicos 2020-2021 y 2021-2022 en relación con los límites

máximos de los precios públicos de los estudios conducentes a la obtención de títulos universitarios oficiales.

(BOE de 3 de junio de 2022)

Universidades. Convenios.

Resolución de 26 de mayo de 2022, de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, por la que se publica el Convenio con la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas y el Ministerio de Universidades, para la elaboración de estudios periódicos sobre las retribuciones del personal docente e investigador con perspectiva de género.

(BOE de 7 de junio de 2022)

Educación.

Ley 1/2022, de 8 de marzo, de educación de las Illes Balears.

(BOE de 8 de junio de 2022)

Profesorado de religión de Navarra.

Ley Foral 15/2022, de 17 de mayo, por la que se garantiza el mantenimiento de los puestos de trabajo del profesorado de religión en los centros públicos de la Comunidad Foral de Navarra.

(BOE de 14 de junio de 2022)

Formación profesional.

Real Decreto 393/2022, de 24 de mayo, por el que se establece el Curso de especialización de Formación Profesional de Grado Superior en Aeronaves pilotadas de forma remota-Drones y se fijan los aspectos básicos del currículo, y se modifican el Real Decreto 1445/2018, de 14 de diciembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en mantenimiento aeromecánico de aviones con motor de turbina y se fijan los aspectos básicos del currículo, y el Real Decreto 1085/2020, de 9 de diciembre, por el que se establecen convalidaciones de

módulos profesionales de los títulos de Formación Profesional del sistema educativo español y las medidas para su aplicación, y se modifica el Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación general de la formación profesional del sistema educativo.

*(BOE de 15 de junio de 2022
y corrección de errores de 30 de junio)*

Educación infantil, primaria, secundaria obligatoria y bachillerato.

Resolución de 21 de junio de 2022, de la Secretaría de Estado de Educación, por la que se publican los currículos de las enseñanzas de religión católica correspondientes a Educación Infantil, Educación Primaria, Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

(BOE de 24 de junio de 2022)

Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado.

Orden EFP/573/2022, de 17 de junio, por la que se establece la obligatoriedad de comunicaciones y notificaciones por medios electrónicos en los procedimientos de convocatorias de eventos, premios, estancias y formación del profesorado, del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado.

(BOE de 24 de junio de 2022)

Reseñas julio 2022

Educación. Ceuta y Melilla

Resolución de 30 de junio de 2022, de la Secretaría de Estado de Educación, por la que se modifica la de 20 de septiembre de 2013, de la Secretaría de Estado de Educación, Formación Profesional y Universidades, por la que se desarrolla la implantación de los servicios de orientación educativa en el ámbito de gestión del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte en las ciudades de Ceuta y de Melilla.

(BOE de 5 de julio de 2022)

Cuerpos de funcionarios docentes.

Real Decreto 588/2022, de 19 de julio, por el que se establecen las especialidades docentes de los Cuerpos de Profesores y de Catedráticos de Música y Artes Escénicas vinculadas a las enseñanzas de Arte Dramático.

(BOE de 20 de julio de 2022)

Títulos académicos universitarios.

Resolución de 13 de julio de 2022, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 11 de julio de 2022, 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 20 de julio de 2022)

Resolución de 13 de julio de 2022, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 11 de julio de 2022, 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 20 de julio de 2022)

Resolución de 13 de julio de 2022, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 11 de julio de 2022, por el que se establece el carácter oficial de determinados títulos de Doctor o Doctora y su inscripción en el Registro de Universidades, Centros y Títulos.

(BOE de 20 de julio de 2022)

Educación primaria. Currículo.

Orden EFP/678/2022, de 15 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación Primaria.

*(BOE de 21 de julio de 2022
y corrección de errores de 23 de julio)*

Educación

Real Decreto 628/2022, de 26 de julio, por el que se modifican varios reales decretos para la aplicación de la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, a las enseñanzas artísticas y las enseñanzas deportivas, y la adecuación de determinados aspectos de la ordenación general de dichas enseñanzas.

(BOE de 27 de julio de 2022)

Ministerio de Universidades. Organización.

Orden UNI/726/2022, de 19 de julio, por la que se crea y regula el Comité de Riesgos de Fraude del Ministerio de Universidades en relación con el Plan de Medidas Antifraude para la gestión de los fondos Next Generation UE.

(BOE de 29 de julio de 2022)

Reseñas agosto 2022

Medidas urgentes. Becas.

Real Decreto-ley 14/2022, de 1 de agosto, de medidas de sostenibilidad económica en el ámbito del transporte, en materia de becas y ayudas al estudio, así como de medidas de ahorro, eficiencia energética y de reducción de la dependencia energética del gas natural.

(BOE de 2 de agosto de 2022)

Policía Nacional. Estudios universitarios.

Real Decreto 666/2022, de 1 de agosto, por el que se aprueban los Estatutos del Centro Universitario de Formación de la Policía Nacional, O.A.

(BOE de 2 de agosto de 2022)

Educación secundaria obligatoria y bachillerato. Currículo.

Orden EFP/754/2022, de 28 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación Secundaria Obligatoria en el ámbito de gestión del Ministerio de Educación y Formación Profesional.

(BOE de 5 de agosto de 2022)

Orden EFP/755/2022, de 31 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la orde-

nación del Bachillerato en el ámbito de gestión del Ministerio de Educación y Formación Profesional.

(BOE de 5 de agosto de 2022)

Universidad Internacional Valenciana.

Ley 3/2022, de 22 de julio, de modificación de la Ley 7/2008, de 13 de junio, de Reconocimiento de la Universidad Internacional Valenciana.

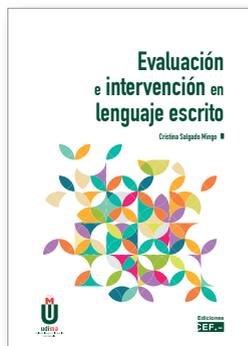
(BOE de 15 de agosto de 2022)

Publicaciones de interés

Área de Tecnología, Ciencia y Educación

Evaluación e intervención en lenguaje escrito

Autora: Cristina Salgado Mingo



Este manual es una herramienta para el estudio y el análisis de las funciones del maestro de audición y lenguaje en su atención al alumnado con dificultades específicas de aprendizaje de la lectura y la escritura. En la actualidad, el número de alumnos que presentan problemas en el acceso a estos aprendizajes, que en algunos casos terminan siendo causa de fracaso escolar, es considerable. Resulta fundamental la prevención y la atención de estas dificultades de aprendizaje lo más precozmente posible para evitar o minimizar las consecuencias de las mismas en el futuro académico, personal e incluso laboral de los alumnos afectados. Por ello, el maestro de audición y lenguaje necesita una formación especializada para atender a este tipo de alumnado, ya que es un profesional imprescindible en la respuesta educativa que precisan los alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo.

En esta obra se plantean y analizan las principales formas de evaluación de la lectura y la escritura, así como el desarrollo de técnicas de intervención directa para el abordaje de estos trastornos, haciendo uso de diversas herramientas tecnológicas. Además de la actuación directa con el alumnado que presenta estos problemas, el texto también ofrece pautas para la orientación y el asesoramiento a las familias y al profesorado, ya que es imprescindible tener un enfoque sistémico que cuente con la participación de todos los agentes que forman parte de la comunidad educativa. Por último, se hace un recorrido por diferentes plataformas, herramientas y recursos digitales que han proliferado en los últimos años con el desarrollo tecnológico para la atención a alumnos con dificultades de aprendizaje de lectoescritura.

Más información en tienda.cef.udima.es | 914 444 920

La revista *Tecnología, Ciencia y Educación*, de periodicidad cuatrimestral, editada por el Centro de Estudios Financieros, surge con la finalidad de conseguir una investigación de calidad y excelencia mediante la difusión de trabajos en los ámbitos de la educación y la tecnología, especialmente de aquellos centrados en la intersección de ambos campos. Se publican tanto estudios de investigación o revisión bibliográfica como proyectos o aportaciones académicas. Los/las autores/as encontrarán más información disponible en <https://www.tecnologia-ciencia-educacion.com/index.php/TCE/about/submissions>

Está dirigida a profesionales, investigadores y, en general, a todo aquel con interés en especializarse o actualizar sus conocimientos en estas materias.

Los contenidos de la revista en versión impresa están, asimismo, disponibles en versión electrónica en la página web www.tecnologia-ciencia-educacion.com

NORMAS DE PUBLICACIÓN

1. Los originales enviados a la revista para su publicación se ajustarán a las siguientes normas de publicación:
 - a) Se remitirán a través de la plataforma OJS de la revista (www.tecnologia-ciencia-educacion.com), acompañados de una carta de originalidad.
 - b) Los trabajos, que deberán estar escritos en castellano o inglés, se presentarán en formato OpenOffice o Microsoft Word (tipo de letra Times New Roman, cuerpo 12, interlineado 1,5) y con una extensión de entre 5.000 y 8.500 palabras.
 - c) Los artículos deberán encabezarse con el título del trabajo, el nombre y los apellidos de los/las autores/as, así como sus datos de filiación, incluyendo dirección de correo electrónico y código ORCID. Deberán incluirse un resumen del artículo (200-250 palabras) y entre 7 y 9 palabras clave, ambos en castellano y en inglés.
 - d) Dentro del texto del artículo, los/las autores/as deberán marcar en negrita aquellas ideas que consideren fundamentales para la comprensión final del mismo, pues algunas aparecerán destacadas en la versión final.
 - e) Si el artículo contiene imágenes, estas deberán ser enviadas aparte y en la mejor resolución posible. Todas las imágenes, gráficos, cuadros y tablas que se incluyan en el texto tendrán que ir acompañados de su fuente correspondiente.
 - f) Las referencias bibliográficas deberán ajustarse a las normas APA (7.^a ed.).
2. Los trabajos deberán ser originales e inéditos.
3. La revista efectuará una primera valoración editorial del artículo, por lo que la recepción del mismo no supondrá su aceptación.
4. Si el artículo pasa esta primera fase, posteriormente se asignarán dos o más revisores/as expertos/as externos/as que evaluarán el trabajo de forma confidencial y anónima (doble ciego). En el proceso de evaluación se tendrán en cuenta, entre otros criterios: originalidad, actualidad e interés, aplicación práctica y utilidad, profundidad e investigación. Del proceso citado resultará su aceptación, rechazo o propuesta de revisión, que será comunicado a los/las autores/as en un plazo no superior a 60 días.

Tu currículum no dice que

CUANDO QUIERES ALGO NO HAY QUIEN TE PARE

En UDIMA reconocemos tu esfuerzo. Por eso te ofrecemos una metodología online que encaja con tu ritmo de vida, sea cual sea.

ERES MÁS DE LO QUE SE VE
udima.es



Nuestro equipo de profesionales hace de la UDIMA un lugar donde cumplir tus sueños y objetivos: profesores, tutores personales, asesores y personal de administración y servicios trabajan para que de lo único que tengas que preocuparte sea de estudiar.

GRADOS OFICIALES

Escuela de Ciencias Técnicas e Ingeniería

Ingeniería de Organización Industrial • Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación • Ingeniería Informática

Facultad de Ciencias de la Salud y la Educación

Magisterio de Educación Infantil • Magisterio de Educación Primaria • Psicología (rama Ciencias de la Salud)

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Administración y Dirección de Empresas • Economía • Empresa y Tecnología • Empresas y Actividades Turísticas • Marketing

Facultad de Ciencias Jurídicas

Ciencias del Trabajo, Relaciones Laborales y Recursos Humanos • Criminología • Derecho

Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades

Historia • Periodismo • Publicidad y Relaciones Públicas

TÍTULOS PROPIOS Y DOCTORADOS

(Consultar en www.udima.es)

MÁSTERES OFICIALES

Escuela de Ciencias Técnicas e Ingeniería

Energías Renovables y Eficiencia Energética

Facultad de Ciencias de la Salud y la Educación

Dirección y Gestión de Centros Educativos • Educación Inclusiva y Personalizada • Educación y Recursos Digitales • Formación del Profesorado de Educación Secundaria • Gestión Sanitaria • Psicología General Sanitaria • Psicopedagogía • Tecnología Educativa

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Asesoramiento Financiero y Bancario • Auditoría de Cuentas • Dirección Comercial y Marketing • Dirección de Empresas Hoteleras • Dirección de Negocios Internacionales • Dirección Económico-Financiera • Dirección y Administración de Empresas (MBA) • Dirección y Gestión Contable • Marketing Digital y Redes Sociales

Facultad de Ciencias Jurídicas

Análisis e Investigación Criminal • Asesoría Jurídica de Empresas • Asesoría Fiscal • Asesoría Jurídico-Laboral • Dirección y Gestión de Recursos Humanos • Gestión Integrada de Prevención, Calidad y Medio Ambiente • Interuniversitario en Estudios Avanzados de Derecho Financiero y Tributario • Práctica de la Abogacía • Prevención de Riesgos Laborales

Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades

Enseñanza Bilingüe • Enseñanza del Español como Lengua Extranjera • Interuniversitario en Unión Europea y China • Mercado del Arte • Seguridad, Defensa y Geoestrategia

¡MATRÍCULA ABIERTA! DESCUENTO ESPECIAL AHORA