

[Cierre de edición el 31 de diciembre del 2024]

<https://doi.org/10.15359/ree.28-3.18595>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Evaluación de una app de realidad aumentada para el aprendizaje sobre cambio climático en estudiantado universitarios: Estudio piloto

Evaluating an Augmented Reality App for Learning About Climate Change among University Students: A Pilot Study

Avaliação de um aplicativo de Realidade Aumentada para aprendizagem sobre Mudanças Climáticas em estudantes universitários: Estudo piloto

Pamela Michel-Acosta

Instituto Tecnológico de Santo Domingo

 <https://ror.org/047st1n79>

Santo Domingo, República Dominicana

pamela.michel@intec.edu.do

 <https://orcid.org/0000-0001-6198-0020>

Jeanette Chaljub-Hasbún

Instituto Tecnológico de Santo Domingo

 <https://ror.org/047st1n79>

Santo Domingo, República Dominicana

jeanette.chaljub@intec.edu.do

 <https://orcid.org/0000-0002-3778-9039>

Julio Cabero-Almenara

Universidad de Sevilla

 <https://ror.org/03yxnp24>

Sevilla, España

cabero@us.es

 <https://orcid.org/0000-0002-1133-6031>

Elena del Conte-Ayala

Instituto Tecnológico de Santo Domingo

 <https://ror.org/047st1n79>

Santo Domingo, República Dominicana

elena.delconte@intec.edu.do

 <https://orcid.org/0000-0002-7963-8757>

Juan Peguero-García

Universidad del Caribe

 <https://ror.org/008syg534>

Santo Domingo, República Dominicana

jpeguero@unicaribe.edu.do

 <https://orcid.org/0000-0002-4177-0832>

Josefina Pepín-Ubrí

Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña

 <https://ror.org/03ad1cn37>

Santo Domingo, República Dominicana

jpepin@unphu.edu.do

 <https://orcid.org/0000-0001-6214-9837>



Recibido • Received • Recebido: 14 / 06 / 2023

Corregido • Revised • Revisado: 09 / 11 / 2024

Aceptado • Accepted • Aprovado: 22 / 11 / 2024



<https://doi.org/10.15359/ree.28-3.18595>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Resumen:

Introducción. El tema medioambiental ha ido tomando una importancia sin precedentes en los últimos tiempos, por los efectos del cambio climático y las acciones de los seres humanos. Por eso, es muy importante que las futuras personas profesionales tomen conciencia sobre esta situación y el uso de tecnologías emergentes como la realidad aumentada, de fácil uso y dinámicas, fomentan aprendizajes activos e inmersivos. **Objetivo.** Evaluar el grado de aceptación del estudiantado universitario de pregrado hacia la tecnología RA. **Metodología.** Se trató de un estudio piloto, de tipo cuantitativo. La muestra fue no probabilística intencional (N=70) con estudiantes de pregrado en la asignatura Ambiente y Cultura de una universidad dominicana. El instrumento aplicado fue el modelo de aceptación de la tecnología (technology acceptance model [TAM]), creado por Davis en 1989. **Resultados.** Reflejan un elevado grado de aceptación de la tecnología RA, el análisis de los datos mostró una alta confiabilidad del instrumento utilizado. Para analizar los datos obtenidos se utilizó el software SPSS. **Conclusiones.** La facilidad de uso percibida, la utilidad percibida y el disfrute percibido afectaron positivamente la actitud hacia el uso y la intención de uso de la tecnología de RA. Sin embargo, la dimensión de actitud hacia el uso presentó una fiabilidad baja.

Palabras claves: Aprendizaje interactivo; cambio climático; modelo de aceptación de la tecnología (TAM); Plickers®; realidad aumentada; tecnologías de aprendizaje.

ODS: ODS 4; Educación de calidad.

Abstract:

Introduction. The environmental issue has gained unprecedented importance in recent times due to the effects of climate change and the actions of human beings. For this reason, it is very important for future professionals to develop awareness of this situation, while the adoption of emerging technologies, such as augmented reality (AR), which are easy to use and dynamic, encourages active and immersive learning. **Aim.** This study aims to evaluate the degree of acceptance of undergraduate university students toward AR technology. **Methodology.** A quantitative pilot study was conducted with a non-probabilistic, intentional sample (N=70) of undergraduate students in the Environment and Culture course at a Dominican university. The applied instrument was the Technology Acceptance Model (TAM), created by Davis in 1989. To analyze the data obtained, the SPSS software was used. **Results.** The data reflect a high degree of acceptance of AR technology among the participants. The analysis showed the strong reliability of the instrument used. **Conclusions.** Perceived ease of use, perceived usefulness, and perceived enjoyment positively influenced students' attitude toward using AR technology and their intention to adopt it. However, the "attitude toward use" dimension demonstrated low reliability.

Keywords: Augmented reality; climate change; interactive learning; learning technologies; Plickers®; technology acceptance model (TAM).

SDG: SDG 4; Quality education.

Resumo:

Introdução. A questão ambiental vem assumindo uma importância sem precedentes nos últimos tempos, devido aos efeitos das mudanças climáticas e da ação do ser humano. Por isso, é muito importante que os futuros profissionais se conscientizem dessa situação, e o uso de tecnologias emergentes como a realidade aumentada (RA), fácil de usar e dinâmica, estimule o aprendizado ativo e imersivo. **Objetivo.** Avaliar o grau de aceitação de estudantes universitários de graduação em relação à tecnologia AR. **Metodologia.** Este estudo piloto utilizou uma abordagem quantitativa. A amostra foi intencional não probabilística (N=70) com alunos de graduação matriculados na disciplina de Meio Ambiente e Cultura de uma universidade dominicana. O instrumento aplicado

foi o Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), criado por Davis em 1989. Os dados obtidos foram analisados utilizando o software SPSS. **Resultados.** Os resultados indicaram um alto grau de aceitação da tecnologia de RA. A análise dos dados mostrou uma alta confiabilidade do instrumento utilizado. **Conclusões.** A facilidade de uso percebida, a utilidade percebida e o prazer percebido afetaram positivamente a atitude em relação ao uso e a intenção de usar a tecnologia de RA. No entanto, a dimensão referente à atitude em relação ao uso apresentou baixa confiabilidade.

Palavras chave: Aprendizagem interativa; modelo de aceitação de tecnologia (TAM); mudanças climáticas; Plickers®; realidade aumentada; tecnologias de aprendizagem.

ODS: ODS 4; Educação de qualidade.

Introducción

Las tecnologías del aprendizaje y conocimiento (TAC) conforman un subconjunto de herramientas digitales que se enfocan en un uso más formativo con el objetivo de generar un aprendizaje significativo en el estudiantado. Entre estas, destacan las denominadas tecnologías emergentes (TE) que aluden a nuevas herramientas digitales con potencial de demostrarse como tecnologías disruptivas (Choi et al., 2022; Savelyeva & Park, 2022). Tal es el caso de la realidad aumentada (RA), que ha sido utilizada durante las últimas tres décadas como recurso interactivo con verdaderas potencialidades para el aprendizaje, que puede combinarse con diferentes estrategias y metodologías de enseñanza y que puede movilizarse para estudiantes con diferentes características cognitivas (Ausín Villaverde et al., 2023; Irwanto et al., 2022; Kizkapan, 2024; López-Belmonte et al., 2024; Reyes-Ruiz, 2022).

La RA es una tecnología que superpone objetos virtuales en elementos del mundo físico real. Su implementación se ha expandido rápidamente durante la última década, destacando su uso en la formación para mejorar la enseñanza en el aula mediante la integración de visualizaciones de objetos enriquecidos con RA (Grodzki et al., 2023; McCloskey et al., 2023; Yuan et al., 2023). La inmersión y la interacción de RA brinda oportunidades incomparables para aumentar nuestros recursos más allá de los estilos convencionales de la educación, es considerada como una de las tecnologías emergentes con mayor impacto en la docencia porque crea esquemas de aprendizaje más naturales y una mayor carga motivacional en el proceso educativo (Camps-Ortueta et al., 2023; Monaco & Sacchi, 2023).

Existen cuatro niveles en los que puede clasificar la RA, según la complejidad y el grado de interacción con el recurso: a) *Nivel 0*: es su aplicativo más sencillo, utilizado para presentar información en formato multimedia y de texto, mediante hiperenlaces, como los códigos QR con los que es posible enlazar el entorno físico con contenido digital adicional (Knoth, 2023; Pinna et al., 2023; Syed et al., 2023), b) *Nivel 1*: basado en patrones visuales o imágenes, llamados marcadores para activar contenido digital diverso desde texto, audio, videos hasta animaciones tridimensionales (Câmara Olim et al., 2024; Hidayat & Wardat, 2024); c) *Nivel 2*: el contenido digital se relaciona directamente con el entorno físico mediante sistemas de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés), ofreciendo experiencias personalizadas según la ubicación exacta del usuario (Mercier et al., 2023; Qiu et al., 2024; Youm et al., 2024) y d) *Nivel 3*: es la



<https://doi.org/10.15359/ree.28-3.18595>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

aplicación más compleja e inmersiva de esta tecnología, que integra objetos 3D y hologramas, apoyándose en dispositivos de visualización montados en la cabeza (HDM, por sus siglas en inglés) (Fombona Cadavueci et al., 2012; Ji et al., 2024; Nijs & Behzadaval, 2024).

Su implementación en el ámbito educativo incide en la motivación y el grado de atención en estudiantes, así como en su rendimiento académico; también, se evidencian correlaciones altamente positivas en la aceptación y percepción estudiantil de la tecnología (Chaljub-Hasbún et al., 2022; Dehghani et al., 2023).

El modelo de aceptación de la tecnología (TAM, por sus siglas en inglés) fue postulado por Davis (1989). De acuerdo con Chen et al. (2024), se establece que la actitud hacia el uso de tecnología depende de dos factores clave: a) La *utilidad percibida (UP)*, grado en que el ente usuario considera que la herramienta mejorará su desempeño en una tarea específica y b) *Facilidad percibida de su uso (FUP)*, expectativa del sujeto usuario sobre la facilidad del uso y esfuerzo al usar la tecnología. Lo anterior permite explicar y predecir el uso de sistemas tecnológicos o informáticos en entornos educativos, así como su incidencia en el rendimiento del estudiantado (Adouani & Khenissi, 2024; Aguilar & Bonisoli, 2024; Davis, 1989; León-Garrido et al., 2025; Lima & Hwang, 2024; Shyr et al., 2024). Este modelo tiene su fundamentación en dos teorías:

- a) **Teoría de la acción razonada (TAR):** basada en una serie de constructos psicosociales como actitudes, creencias y motivación, así como evaluaciones de la actitud hacia el comportamiento, creencias y normativas, con el fin de predecir la intención de realizar ese comportamiento (Fishbein & Ajzen, 1975; Greisel et al., 2023) y
- b) **Teoría del comportamiento planificado (TCP):** postula que todos los comportamientos son conscientes, planificados y razonados, lo que añade dos tipos de percepciones predictivas más: facilidad percibida y de comportamiento percibido (Ajzen, 1991; Rueda-Barrios et al., 2022).

Metodología

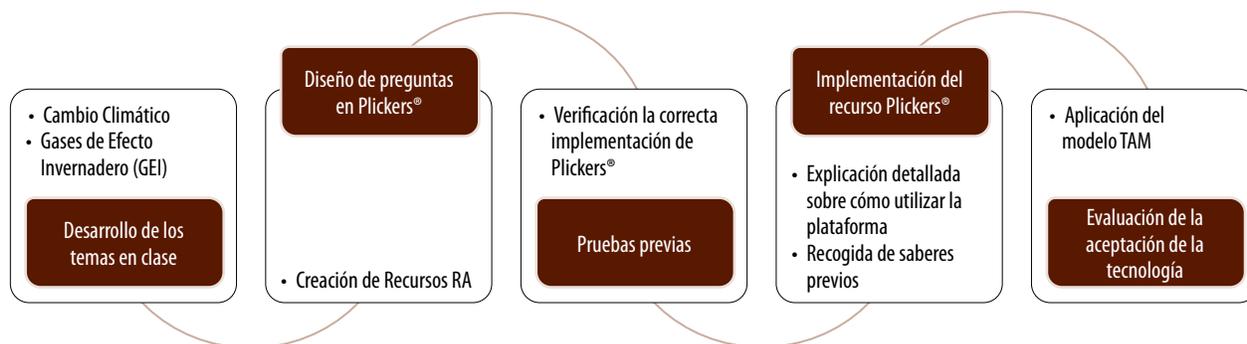
Este estudio piloto tuvo como objetivo principal evaluar el grado de aceptación del estudiantado universitario de pregrado hacia la tecnología RA, a través del recurso educativo digital conocida como Plickers®. Se llevó a cabo en una asignatura electiva del bloque de Medio Ambiente de una universidad dominicana, durante el período marzo-mayo del año 2023, por lo que tiene un alcance transversal. La muestra fue no probabilística, en un público cautivo, que incluyó la totalidad de los 70 estudiantes de pregrado que estaban cursando la asignatura en ese momento. La prueba piloto se realizó con el fin de poder aplicar esta herramienta digital a otras asignaturas del mismo bloque que es común a todo el estudiantado de primer ingreso.

Procedimiento

La clase se desarrolló en el marco de la asignatura bajo el nombre Ambiente y Cultura, cuyo propósito principal es promover la comprensión del impacto humano en el medio ambiente y el desarrollo de competencias para adoptar comportamientos ambientalmente responsables. La secuencia de la actividad se desarrolló de la siguiente manera (Ver Figura 1):

1. **Desarrollo de los temas en clase:** en un primer encuentro con el estudiantado participante, se abordó, como tema central, el cambio climático (CC) y otros subtemas, como son los gases de efecto invernadero (GEI) y el Acuerdo de París.
2. **Diseño de preguntas en Plickers®:** se procedió a elaborar las preguntas relacionadas a los temas tratados para armar el objeto en formato RA, a través de esta plataforma.
3. **Pruebas previas: para verificar la correcta implementación de Plickers®:** se realizaron varias pruebas antes de su implementación, se aseguró así la adecuada configuración.
4. **Implementación del recurso Plickers®:** para recogida de saberes previos, en la siguiente clase, se aplicó la herramienta. Para esto, se ofreció una explicación detallada sobre cómo utilizar la plataforma, con el fin de utilizarla para recogida de saberes previos.
5. **Evaluación de la aceptación de la tecnología:** una vez realizada la actividad con RA, se aplicó el cuestionario del modelo TAM, relacionado con el uso de la plataforma Plickers®.

Figura 1: Secuencia del diseño de la investigación

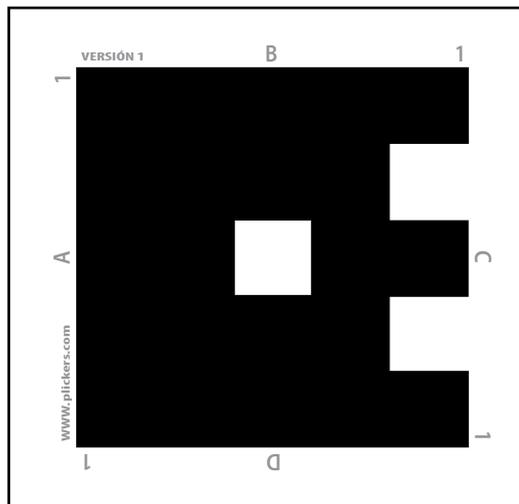


Nota: Elaboración propia

La plataforma Plickers® (www.plickers.com) es una aplicación gratuita basada en el nivel 1 de la RA. Permite interactuar con el objeto tanto desde la página web como a través de aplicativos móviles compatibles con diferentes dispositivos y sistemas operativos, lo que facilita, al personal docente, la recopilación de datos relacionados con evaluaciones formativas de forma instantánea, a través de preguntas de opción múltiple o de verdadero y falso, sin la necesidad de que el alumnado requiera del uso de un dispositivo electrónico (Chng & Gurvitch, 2018; Kaenchan, 2018). (Ver Figura 2).

<https://doi.org/10.15359/ree.28-3.18595>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Figura 2: Ejemplo de marcador Plickers® usado por el alumnado



Nota: Creado en Plickers®, se comparte con Licencia Creative Commons CC BY.
Disponible en https://assets.plickers.com/plickers-cards/PlickersCards_2up.pdf

Ya presentadas las preguntas desde el ordenador, el estudiantado levanta el marcador con la letra correspondiente a su respuesta hacia arriba. Con el dispositivo electrónico, el docente o la docente enfoca los marcadores de su alumnado, espera unos pocos segundos para que el sistema de RA reconozca automáticamente lo que cada quien ha decidido. Los resultados se visualizan en tiempo real desde la plataforma, tal como se observa en la [Figura 3](#) a continuación.

Figura 3: Aplicación de Plickers® en el aula



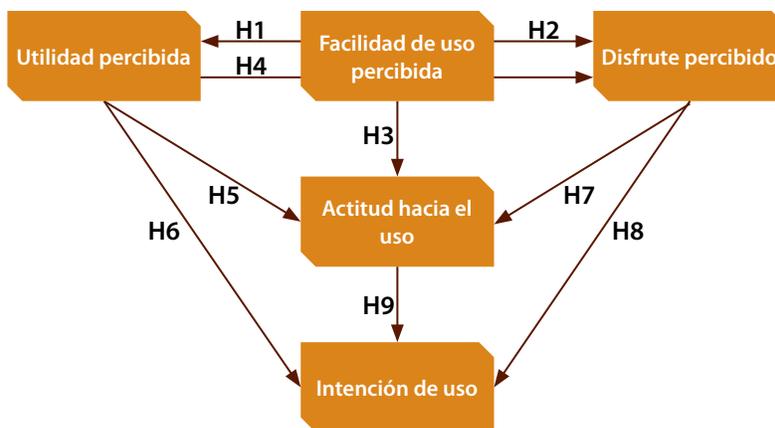
Nota: Elaboración propia.

Instrumento de recogida de la información

En este estudio se empleó un cuestionario basado en el modelo TAM, que consta de cinco dimensiones: la utilidad percibida (UP) (4 ítems), la facilidad de uso percibida (FUP) (3 ítems), el disfrute percibido (DP) (3 ítems), la actitud hacia el uso (AU) (3 ítems) y la intención de utilizarla (IU) (3 ítems). Contiene una construcción bajo la escala Likert, que oscila de 1 [Extremadamente improbable/En desacuerdo] a 7 [Extremadamente probable/De acuerdo]). El modelo utilizado permite analizar las hipótesis utilizadas por diversos estudios (Cabero Almenara et al., 2017; 2018; Fernández Robles, 2018) (ver Figura 4):

- H1-H2-H3. La FUP puede afectar positiva y significativamente en las dimensiones DP, UP y AU del objeto RA para el aprendizaje.
- H4-H5-H6. La UP del uso del objeto RA para el aprendizaje puede afectar positiva y significativamente en las dimensiones DP, AU e IU de RA para el aprendizaje.
- H7-H8. El DP del uso del objeto RA para el aprendizaje puede afectar positiva y significativamente en las dimensiones AU e IU de RA para el aprendizaje.
- H9. La AU puede afectar positiva y significativamente a la IU de RA para el aprendizaje.

Figura 4: Hipótesis relacionadas con las dimensiones del modelo TAM



Nota: Elaboración propia.

El índice del alfa de Cronbach o coeficiente de fiabilidad es uno de las más utilizados para evaluaciones educativas y se aplicó para analizar la consistencia interna, tanto del instrumento global como de cada una de sus 5 dimensiones. Se obtuvo a través el Statistical Package for Social Sciences (SPSS, por sus siglas en inglés) (versión 29.0). La dimensión *total del instrumento* muestra un valor de alfa de Cronbach de 0,98, lo cual sugiere una integridad global muy sólida, en la mayoría del conjunto de las dimensiones evaluadas, ya que el valor mínimo aceptable es 0,7; por lo tanto, se decidió mantener los 16 ítem (Taras et al., 2023), ver Tabla 1.

<https://doi.org/10.15359/ree.28-3.18595>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Tabla 1: Índice de fiabilidad del instrumento para el modelo TAM y sus dimensiones

Dimensión	Valor de Alfa de Cronbach
Total, del instrumento	0.98
Facilidad de uso percibida	0.96
Disfrute percibido	0.99
Utilidad percibida	0.96
Actitud hacia el uso	0.61
Intención de uso	0.98

Nota: Elaboración propia.

No obstante, de la tabla anterior, se evidencia que en la dimensión *actitud hacia el uso* arrojó un valor de 0,61, lo cual indica que esta dimensión no fue relevante en relación con las demás. Por lo tanto, en estudios posteriores, sería interesante replantear la estrategia utilizada y el esquema de trabajo realizado en la actividad didáctica.

Análisis e interpretación de los resultados

Se empleó el software estadístico SPSS (versión 29.0) para examinar los resultados obtenidos. Se calcularon diversas medidas, como la media y la desviación estándar, tanto para el instrumento completo como para las cinco dimensiones consideradas. Los resultados se presentan en la [Tabla 2](#). Además, se llevó a cabo un análisis de correlación entre las dimensiones para verificar las hipótesis propuestas.

Tabla 2: Valores medios y desviaciones estándar obtenidos con el instrumento basado en el modelo TAM

Dimensión	Promedio	Desviación típica
Instrumento global	5.83	1.52
Facilidad de uso percibida	6.04	1.54
Disfrute percibido	6.06	1.68
Utilidad percibida	5.93	1.50
Actitud hacia el uso	5.13	1.54
Intención de uso	5.96	1.73

Nota: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos revelan valores favorables tanto para el instrumento global como para cada dimensión individual. Considerando que la escala utilizada va de 1 a 7 con un rango de 6, la mayoría de las dimensiones evaluadas han obtenido valores que superan más de 3,3 puntos la media, que en esta escala es de 3,5. Además, se observa que el valor en la dimensión *actitud hacia el uso* supera en 1,63 puntos por encima de la media.



Para el instrumento global, la desviación típica es de 1,52. Esto sugiere que el estudiantado participante muestra un alto nivel de aceptación del uso de Plickers® como un recurso para potenciar los aprendizajes sobre los temas tratados en clase. Asimismo, la [Tabla 3](#) proporciona un análisis de la estadística descriptiva de los ítems que componen cada dimensión.

Tabla 3: Valores de medias y desviaciones estándar típicas de los ítems del instrumento por cada dimensión

Dimensión*	Ítem*	Media	Desviación típica
Facilidad de uso	El sistema de RA me fue fácil de usar	6.06	1.57
	Aprender a usar el sistema de RA no fue un problema para mí	6.03	1.63
	Aprender a usar el sistema de RA me ha resultado claro y comprensible	6.06	1.56
Disfrute percibido	Utilizar el sistema de RA fue divertido	6.06	1.71
	Disfruté con el uso del sistema de RA	6.03	1.71
	Creo que el sistema de RA permite aprender jugando	6.10	1.65
Utilidad percibida	El uso de este sistema de RA mejorará mi aprendizaje y rendimiento en esta asignatura	5.96	1.59
	El uso del sistema de RA durante las clases me facilitaría la comprensión de ciertos conceptos	6.00	1.58
	Creo que el sistema de RA es útil cuando se está aprendiendo	6.01	1.45
	Con el uso de la RA aumentaré mi rendimiento	5.79	1.70
Actitud hacia el uso	El uso de un sistema de RA hace que el aprendizaje sea más interesante	6.00	1.67
	Me he aburrido utilizando el sistema de RA	3.37	2.67
	Creo que el uso de un sistema de RA en el aula es una buena idea	6.04	1.68
Intención de uso	Me gustaría utilizar en el futuro el sistema de RA si tuviera oportunidad	5.97	1.76
	Me gustaría utilizar el sistema de RA para aprender otros temas de la asignatura	5.96	1.75
	Me gustaría utilizar el sistema de RA para aprender en otras asignaturas	5.97	1.76

*Las dimensiones y los ítems pertenecen todos al instrumento *Modelo de aceptación tecnológica* diseñado previamente utilizado en el estudio sobre *Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la medicina* realizado por [Cabero Almenara et al. \(2017\)](#).

Nota: Elaboración propia.



<https://doi.org/10.15359/ree.28-3.18595>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

El análisis de los resultados obtenidos de las evaluaciones realizadas por 70 participantes sugiere un alto grado de aceptación de la herramienta en cuanto a su disfrute, utilidad, actitud hacia el uso e intención de uso. Los valores medios obtenidos para cada ítem y la desviación típica calculada revelan información importante sobre la percepción del estudiantado en relación con diferentes aspectos del uso de Plickers®, para reforzar conceptos aprendidos. De los 16 ítems que componen el cuestionario, 15 de ellos superan por más de 2 puntos el valor de la media que, en esta escala, es 3,5.

En la dimensión *facilidad de uso*, se destacan valores que superan los 6 puntos como son: *el sistema de RA me fue fácil de usar y aprender a usar el sistema de RA me ha resultado claro y comprensible* (6,06); *aprender a usar el sistema de RA no fue un problema para mí* (6,03). Además, la desviación típica oscila entre 1,56 y 1,63, ello indica que el estudiantado participante tiene una percepción consistente en cuanto a esta dimensión.

En la dimensión *disfrute percibido*, los resultados muestran que el estudiantado también respondió positivamente: *Creo que el sistema de RA permite aprender jugando* (6,10), ítem de mayor puntuación en todo el cuestionario; *utilizar el sistema de RA fue divertido* (6,06); *disfruté con el uso del sistema de RA* (6,03). Además, la desviación típica oscila entre 1,61 y 1,71, esto es, el estudiantado participante tiene una percepción consistente en cuanto a esta dimensión.

Para la dimensión *utilidad percibida*, los resultados indican que el estudiantado consideró que el uso del objeto RA mejoró su rendimiento y aprendizaje durante la asignatura, tal como se evidencia en los ítems: *“Creo que el sistema de RA es útil cuando se está Aprendiendo”* (6,01); *“El uso del sistema de RA durante las clases me facilitaría la comprensión de ciertos conceptos”* (6,00); *“El uso de este sistema de RA mejorará mi aprendizaje y rendimiento en esta asignatura”* (5,96). Además, la desviación típica oscila entre 1,45 y 1,59, es decir, el estudiantado participante tiene una percepción consistente en cuanto a esta dimensión, aunque de estos valores, este es el más bajo en cuanto su relación con la media.

En la dimensión *actitud hacia el uso*, los resultados obtenidos presentan una media con un valor de 6,00 o mayor en dos de sus ítems, en una escala del 1 al 7: *El uso de un sistema de RA hace que el aprendizaje sea más interesante* (6,00) y *creo que el uso de un sistema de RA en el aula es una buena idea* (6,04) y sus respectivas desviaciones típicas arrojan valores de 1,76 y 1,68. Cabe destacar que, para el ítem *Me he aburrido utilizando el sistema RA* (3,37), aunque muy cerca e incluso debajo de la media, se considera positiva; pues indica que el estudiantado no encuentra aburrido el recurso y va en coherencia con las demás respuestas. La desviación típica es coherente con la media de este último ítem (2,67).

Para la dimensión *intención de uso*, los resultados muestran una media que supera en 2,3 el valor medio del cuestionario que es 3,5. Las desviaciones típicas de los 3 ítems están entre 1,75 y 1,76, esto es, el estudiantado participante tiene una percepción consistente en cuanto a esta dimensión.

Con el objetivo de analizar las hipótesis planteadas en este estudio de investigación, se aplicó el coeficiente de correlación lineal de Pearson. Se obtuvieron los resultados mostrados en la [Tabla 4](#).

Tabla 4: Resultados obtenidos-correlación lineal de Pearson

		Actitud hacia el uso	Disfrute percibido	Facilidad de uso percibida	Utilidad percibida	Intención de uso percibida
Facilidad de uso percibida	Correlación de Pearson	.809(**)	.951(**)	1	.958(**)	.936(**)
	Sig. (bilateral)	.000	.000		.000	.000
	N	70	70	70	70	70
Utilidad percibida	Correlación de Pearson	.824(**)	.951(**)	.958(**)	1	.914(**)
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000		.000
	N	70	70	70	70	70
Disfrute percibido	Correlación de Pearson	.803(**)	1	.951(**)	.951(**)	.955(**)
	Sig. (bilateral)	.000		.000	.000	.000
	N	70	70	70	70	70
Intención de uso percibida	Correlación de Pearson	.803(**)	.955(**)	.936(**)	.914(**)	1
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	
	N	70	70	70	70	70

** 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.

Nota: Elaboración propia.

Los resultados de la correlación lineal de Pearson presentados en la [Tabla 4](#) anterior indican la relación existente entre las diferentes dimensiones evaluadas en el estudio y arrojan las siguientes conclusiones.

H1-H2-H3: *La FUP puede afectar positiva y significativamente en las dimensiones DP, UP y AU del objeto RA para el aprendizaje. Se evidencia una correlación positiva fuerte de 0,951, 0.958 y 0,809, respectivamente para cada dimensión; es decir, a medida que la primera aumenta, también aumentan las demás. El nivel de significación es menor a 0,001 en todos los casos.*



<https://doi.org/10.15359/ree.28-3.18595>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

H4-H5-H6: *La UP del uso del objeto RA para el aprendizaje puede afectar positiva y significativamente en las dimensiones DP, AU e IU de RA para el aprendizaje.* Se evidencia una correlación positiva fuerte de 0,824 y 0,914, respectivamente para cada dimensión; es decir, a medida que la primera aumenta, también aumentan las demás. El nivel de significación es menor a 0,001 en todos los casos.

H7-H8: *El DP del uso del objeto RA para el aprendizaje puede afectar positiva y significativamente en las dimensiones AU e IU de RA para el aprendizaje.* Se evidencia una correlación positiva fuerte de 0,803 y 0,955, respectivamente para cada dimensión. Esto significa que a medida que aumenta el disfrute percibido, también aumenta la actitud positiva hacia el uso y la intención de utilizar esta herramienta. El nivel de significación es menor a 0,001 en todos los casos.

H9: *La AU puede afectar positiva y significativamente a la IU de RA para el aprendizaje.* Se evidencia una correlación positiva fuerte de 0,803. Esto significa que en medida en que aumenta la primera, también aumenta la segunda. El nivel de significación es menor a 0,001 en todos los casos.

Discusión y conclusiones

Respecto al objetivo de este estudio (analizar el grado de aceptación del estudiantado universitario de pregrado en la asignatura de Ambiente y Cultura), podemos concluir que existe un alto grado de aceptación de la tecnología de RA, específicamente con la aplicación Plickers®, para aprender sobre conceptos relacionado a CC, los GEI y Acuerdo de París.

Los resultados del índice de fiabilidad muestran una alta consistencia interna entre las cuatro de las cinco dimensiones analizadas del instrumento TAM: utilidad percibida, facilidad de uso percibida, disfrute percibido e intención de uso del objeto de aprendizaje en formato RA, ya que superan el valor de 0,9, tanto en el instrumento global como en todos los ítems, y son similares a los valores obtenidos por Chaljub-Hasbún et al. (2022), excepto la *actitud hacia el uso*, donde se obtuvo un valor de alfa Crombach de 0,90, mientras que nuestro estudio arroja un valor menor de 0,61. Las medidas calculadas, como la media y la desviación estándar, revelan valores positivos en todas las dimensiones, con puntajes que superan significativamente la media en la escala utilizada. Estos resultados indican que el estudiantado tiene una percepción favorable hacia el uso del sistema de realidad aumentada Plickers® para la enseñanza del CC.

En relación con las H1-H2-H3, se encontró que la *FUP puede afectar positiva y significativamente en las dimensiones DP, UP y AU del objeto RA para el aprendizaje*, las cuales obtienen valores de correlación que superan los alcanzados por Shanmugam (2023), cuyos resultados oscilan entre 0,800 y 0,889, excepto para la correlación con la "actitud hacia el uso", donde sus resultados de 0,800 superan a los nuestros con el valor de 0,61. El estudiantado participante expresa que esta dinámica generó interés e influyó positivamente en la motivación para los aprendizajes y expresaron una intención favorable de volver a utilizar el sistema en el futuro, tanto para aprender otros temas de esta asignatura como en otras, pues lo encontraron de fácil uso; indicaron, además, que no se aburren con la herramienta y percibieron que sus aprendizajes pueden mejorar. Elshafey et al. (2020) corroboran lo anterior al destacar la

facilidad de uso percibida y la *utilidad percibida* tienen un impacto directo en los determinantes de la intención de comportamiento y que la *facilidad de uso percibida* y la *utilidad percibida* y existe una influencia directa en la intención del sujeto usuario de aceptar y utilizar los recursos RA, presentan, en ambos casos, una percepción generalmente consistente en esta dimensión.

Respecto a las H4-H5-H6, los valores arrojaron que la *UP del uso del objeto RA para el aprendizaje puede afectar positiva y significativamente en las dimensiones DP, AU e IU de RA para el aprendizaje*. En nuestro conjunto de datos, la correlación entre *utilidad percibida* y *actitud hacia el uso* (0,824) es más alta que los resultados obtenidos por [Cabero-Almenara et al. \(2023\)](#) que obtuvieron un (0,781).

Para las H7-H8, se pudo evidenciar que, en efecto, *el DP del uso del objeto RA para el aprendizaje puede afectar positiva y significativamente en las dimensiones AU e IU de RA para el aprendizaje*. El estudio de [Garay-Ruiz et al. \(2017\)](#), en el que el valor arrojado para la correlación entre el *disfrute percibido* y la *actitud hacia el uso* fue de 0,206; mientras que en nuestro estudio fue de 0,803. De su lado, para la correlación entre *disfrute percibido* e *intención de uso*, el resultado de nuestro estudio fue de 0,955, valor mayor al resultado obtenido por [Fernández-Robles \(2017b\)](#), cuya población se enfoca en estudiantes de pedagogía, que corresponde a 0,639. Los resultados indican que el estudiantado participante considera que los conceptos fueron claros y comprensibles, además de que el sistema fue muy valioso para sus aprendizajes, entretenido y muy satisfactorio.

Por último, en la H9, el valor de correlación entre la *actitud hacia el uso* y la *intención de uso* arrojado en este estudio (0,9833) es ligeramente mayor al obtenido por [Fernández-Robles \(2017a\)](#), correspondiente a 0,788. Por lo tanto, se puede deducir que la *actitud hacia el uso* afecta positiva y significativamente la *intención de uso* de los objetos de aprendizaje en formato realidad aumentada.

Antes de señalar las limitaciones, es importante resaltar que los resultados encontrados en el estudio respecto al grado de aceptación de la tecnología de la RA por el estudiantado, coinciden con los obtenidos en el nivel universitario, pero en el contexto español, con los trabajos realizados por [Cabero-Almenara et al. \(2023\)](#), lo cual permite consolidar que es una tecnología frente a la cual el estudiantado ofrece un fuerte grado de aceptación e intención de uso en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Dentro de las limitaciones de este estudio, se pueden mencionar las siguientes:

Limitación del alcance de la muestra: El estudio piloto se centra únicamente en estudiantado universitario de pregrado, lo que puede limitar la generalización de los resultados a otros niveles educativos previos o posteriores.

Ausencia de la perspectiva de personal docente: El estudio se enfocó en el estudiantado y no consideró la opinión y la percepción del personal docente en la implementación de la tecnología de RA. Para obtener una visión más completa y comprender mejor el impacto de



<https://doi.org/10.15359/ree.28-3.18595>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

la aplicación, sería necesario incluir la perspectiva del personal docente y su experiencia en la enseñanza de temas como Cambio Climático, GEI y Acuerdo de París

Abordaje del ejercicio con el sistema RA. Solo se limitó a recogida de saberes previos, por lo que no se evaluaron nuevos aprendizajes.

Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para la educación y el uso de la RA en el aprendizaje. La percepción positiva del estudiantado hacia la facilidad de uso y la utilidad percibida del sistema indica que la tecnología es accesible y fácil de usar. Además, el disfrute percibido y la actitud positiva hacia el uso del sistema pueden fomentar una mayor participación y motivación del estudiantado en el proceso de aprendizaje. Por último, es importante destacar que este estudio piloto permite diseñar clases modelos con este tipo de tecnología inmersiva en el área de medio ambiente, con temas relevantes y actualizados para la mejora de aprendizajes y desarrollo de comprensión de temas complejos a través de la participación activa.

Contribuciones

Las personas autoras declaran que han contribuido en los siguientes roles: **P. M. A.** contribuyó con la escritura del artículo; la gestión del proceso investigativo; la obtención de fondos; recursos y apoyo tecnológico y el desarrollo de la investigación. **J. C. H.** contribuyó con la escritura del artículo; la gestión del proceso investigativo; la obtención de fondos; recursos y apoyo tecnológico y el desarrollo de la investigación. **J. C. A.** contribuyó con la escritura del artículo; la gestión del proceso investigativo; la obtención de fondos; recursos y apoyo tecnológico y el desarrollo de la investigación. **E. dC. A.** contribuyó con la escritura del artículo y el desarrollo de la investigación. **J. P. G.** contribuyó con el desarrollo de la investigación. **J. P. U.** contribuyó con la escritura del artículo y gestión de recursos y apoyo tecnológico.

Declaración de financiamiento

Este estudio se enmarca en un proyecto de investigación I + D, 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- 2022-1C3-062), denominado: Diseño, producción y evaluación de programas de realidad extendida para la formación en el cambio climático y gestión integral de riesgos de desastres (REFODIGE).

Datos y material complementario

Este artículo tiene disponible material complementario:

Preprint en <https://doi.org/10.5281/zenodo.8034538>

Referencias

- Adouani, Y. & Khenissi, M. A. (2024). Investigating computer science students' intentions towards the use of an online educational platform using an extended technology acceptance model (e-TAM): An empirical study at a public university in Tunisia. *Education and Information Technologies*, 29(12), 14621-14645. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12437-6>
- Aguilar, D. & Bonisoli, L. (2024). ¿Es TikTok el camino para el éxito comercial en redes sociales? La intención de uso. *HOLOPRAXIS*, 8(1), 1-22. <https://doi.org/10.61154/holopraxis.v8i1.3454>
- 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)
- Ausín Villaverde, V., Rodríguez Cano, S., Delgado Benito, V., & Bogdan Toma, R. (2023). Evaluación de una APP de realidad aumentada en niños/as con dislexia: Estudio piloto. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (66), 85-109. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.95632>
- Cabero Almenara, J., Barroso Osuna, J., & Gallego Pérez, Ó. (2018). La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por los estudiantes. Los estudiantes como prosumidores de información. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (11), 15-46. <https://doi.org/10.51302/tce.2018.221>
- Cabero Almenara, J., Barroso Osuna, J., & Obrador, M. (2017). Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la medicina. *Educación Médica*, 18(3), 203-208. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2016.06.015>
- Cabero-Almenara, J., Llorente-Cejudo, C., Palacios-Rodríguez, A., & Gallego-Pérez, Ó. (2023). Degree of acceptance of virtual reality by health sciences students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(8), 1-11. <https://doi.org/10.3390/ijerph20085571>
- Câmara Olim, S., Nisi, V., & Romão, T. (2024). Augmented reality interactive experiences for multi-level chemistry understanding. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 42, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2024.100681>
- Camps-Ortueta, I., Deltell, L., & Gutiérrez-Manjón, S. (2023). Aplicación lúdica de la realidad aumentada (RA) en el Museo Nacional de Ciencias Naturales en Madrid, España. *Revista Electrónica Educare*, 27(2), 1-17. <https://doi.org/10.15359/ree.27-2.15886>
- Chaljub-Hasbún, J., Peguero García, J., & 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. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (23), 49-68. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.864>



<https://doi.org/10.15359/ree.28-3.18595>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

- Chen, D., Liu, W., & Liu, X. (2024). What drives college students to use AI for L2 learning? Modeling the roles of self-efficacy, anxiety, and attitude based on an extended technology acceptance model. *Acta Psychologica*, 249, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2024.104442>
- Chng, L. & Gurvitch, R. (2018). Using plickers as an assessment tool in health and physical education settings. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 89, 19-25. <https://doi.org/10.1080/07303084.2017.1404510>
- Choi, T.-M., Kumar, S., Yue, X., & Chan, H.-L. (2022). Disruptive technologies and operations management in the industry 4.0 Era and beyond. *Production and Operations Management*, 31(1), 9-31. <https://doi.org/10.1111/poms.13622>
- 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>
- Dehghani, M., Mohammadhasani, N., Hoseinzade Ghalevandi, M., & Azimi, E. (2023). Applying AR-based infographics to enhance learning of the heart and cardiac cycle in biology class. *Interactive Learning Environments*, 31(1), 185-200. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1765394>
- Elshafey, A., Saar, C. C., Aminudin, E. B., Gheisari, M., & Usmani, A. (2020). Technology acceptance model for augmented reality and building information modeling integration in the construction industry. *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, 25, 161-172. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2020.010>
- Fernández-Robles, B. (2017a). *Aplicación del Modelo de aceptación tecnológica (TAM) al uso de la realidad aumentada en estudios universitarios* [Tesis doctoral, Universidad de Córdoba]. <http://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/14886>
- 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*, 6(1), 203-220. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5815>
- Fernández Robles, B. (2018). La utilización de objetos de aprendizaje de realidad aumentada en la enseñanza universitaria de Educación Primaria. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, (9), 90-104. <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/2599/2226>
- Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. Addison-Wesley.
- Fombona Cadavueci, J., Pascual Sevillano, M. Á., & Amador, F. M. F. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (41), 197-210. https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/22659/file_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Garay-Ruiz, U., Tejada, E., & 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. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5812>
- Greisel, M., Wekerle, C., Wilkes, T., Stark, R., & Kollar, I. (2023). Pre-service Teachers' Evidence-Informed Reasoning: Do Attitudes, Subjective Norms, and Self-Efficacy Facilitate the Use of Scientific Theories to Analyze Teaching Problems? *Psychology Learning & Teaching*, 22(1), 20-38. <https://doi.org/10.1177/14757257221113942>
- Grodotski, J., Müller, B. T., & Tekkaya, A. E. (2023). Introducing a general-purpose augmented reality platform for the use in engineering education. *Advances in Industrial and Manufacturing Engineering*, 6, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.aime.2023.100116>
- Hidayat, R. & Wardat, Y. (2024). A systematic review of augmented reality in science, technology, engineering and mathematics education. *Education and Information Technologies*, 29(8), 9257-9282. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12157-x>
- Irwanto, I., Dianawati, R., & Lukman, I. R. (2022). Trends of augmented reality applications in science education: A systematic review from 2007 to 2022. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 17(13), 157-175. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i13.30587>
- Ji, Y., Huang, T., Wu, Y., Li, R., Wang, P., Dong, J., & Liao, H. (2024). Real-time ultrasound AR 3D visualization toward better topological structure perception for hepatobiliary surgery. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*. <https://doi.org/10.1007/s11548-024-03273-1>
- Kaenchan, P. (2018). *Examining thai students' experiences of augmented reality technology in a university language education classroom* [Tesis doctoral, Boston University]. <https://hdl.handle.net/2144/32685>
- Kızkapan, O. (2024). Student science teachers' research self-efficacy: Does it develop in a flipped course and predict achievement? *Interactive Learning Environments*, 32(6), 2912-2924. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2163262>
- Knoth, B. (2023). Developing a digital history project for Newport, Rhode Island: A case study of a multimedia tour and place-based audio storytelling. *Preservation, Digital Technology & Culture*, 52(1), 31-46. <https://doi.org/10.1515/pdtc-2023-0002>
- León-Garrido, A., Gutiérrez-Castillo, J. J., Barroso-Osuna, J. M., & Cabero-Almenara, J. (2025). Evaluación del uso y aceptación de apps móviles en educación superior mediante el modelo TAM. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 28(1), 1-16. <https://doi.org/10.5944/ried.28.1.40988>



<https://doi.org/10.15359/ree.28-3.18595>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

- Lima, I. B. & Hwang, W. (2024). Effects of heuristic type, user interaction level, and evaluator's characteristics on usability metrics of augmented reality (AR) user interfaces. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 40(10), 2604-2621. <https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2163769>
- López-Belmonte, J., Dúo-Terrón, P., Moreno-Guerrero, A.-J., & Marín-Marín, J.-A. (2024). Efectos de la realidad aumentada y virtual en estudiantes con TEA (Effects of augmented and virtual reality on students with ASD). *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (70), 7-23. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.103789>
- McCloskey, K., Turlip, R., Ahmad, H. S., Ghenbot, Y. G., Chauhan, D., & Yoon, J. W. (2023). Virtual and Augmented Reality in Spine Surgery: A Systematic Review. *World Neurosurgery*, 173, 96-107. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2023.02.068>
- Mercier, J., Chabloz, N., Dozot, G., Ertz, O., Bocher, E., & Rappo, D. (2023). BiodivAR: A cartographic authoring tool for the visualization of geolocated media in augmented reality. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(2), 1-25 <https://doi.org/10.3390/ijgi12020061>
- Monaco, S. & Sacchi, G. (2023). Travelling the metaverse: Potential benefits and main challenges for tourism sectors and research applications. *Sustainability*, 15(4), 1-10. <https://doi.org/10.3390/su15043348>
- Nijs, L. & Behzadaval, B. (2024). Laying the foundation for augmented reality in music education. *IEEE Access*, 12, 100628-100645. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3427698>
- Pinna, D., Sara, G., Todde, G., Atzori, A. S., Artizzu, V., Spano, L. D., & Caria, M. (2023). Advancements in combining electronic animal identification and augmented reality technologies in digital livestock farming. *Scientific Reports*, 13(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-45772-2>
- Qiu, Z., Ashour, M., Zhou, X., & Kalantari, S. (2024). NavMarkAR: A landmark-based augmented reality (AR) wayfinding system for enhancing older Adults' spatial learning. *Advanced Engineering Informatics*, 62(Part B), 1-24. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2024.102635>
- Reyes-Ruiz, G. (2022). La realidad aumentada como una tecnología innovadora y eficiente para el aprendizaje de idiomas en un modelo pedagógico Flipped Learning. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (65), 7-36. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.93478>
- Rueda-Barrios, G. E., Reyes Rodríguez, J. F., Villarraga Plaza, A., Vélez Zapata, C. P., & Gómez Zuluaga, M. E. (2022). Entrepreneurial intentions of university students in Colombia: Exploration based on the theory of planned behavior. *Journal of Education for Business*, 97(3), 176-185. <https://doi.org/10.1080/08832323.2021.1918615>



- Savelyeva, T. & Park, J. (2022). Blockchain technology for sustainable education. *BJET. British Journal of Educational Technology*, 53(6), 1591-1604. <https://doi.org/10.1111/bjet.13273>
- Shanmugam, K. (2023). Using the technology acceptance model to predict lecturers' acceptance of augmented reality notes. *Docens Series in Education*, 4, 44-61. <https://doi.org/10.20319/dv4.4461>
- Shyr, W.-J., Wei, B.-L., & Liang, Y.-C. (2024). Evaluating students' acceptance intention of augmented reality in automation systems using the technology acceptance model. *Sustainability*, 16(5), 1-13. <https://doi.org/10.3390/su16052015>
- Syed, T. A., Siddiqui, M. S., Abdullah, H. B., Jan, S., Namoun, A., Alzahrani, A., Nadeem, A., & Alkhodre, A. B. (2023). In-depth review of augmented reality: Tracking technologies, development tools, AR displays, collaborative AR, and security concerns. *Sensors*, 23(1), 1-54. <https://doi.org/10.3390/s23010146>
- Taras, V., Steel, P., & Stackhouse, M. (2023). A comparative evaluation of seven instruments for measuring values comprising Hofstede's model of culture. *Journal of World Business*, 58(1), 1-25. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2022.101386>
- Youm, S., Jung, N., & Go, S. (2024). GPS-induced disparity correction for accurate object placement in augmented reality. *Applied Sciences*, 14(7), 1-12. <https://doi.org/10.3390/app14072849>
- Yuan, J., Hassan, S., Wu, J., Koger, C. R., Packard, R. R. S., Shi, F., Fei, B., & Ding, Y. (2023). Extended reality for biomedicine. *Nature Reviews Methods Primers*, 3, 1-19. <https://doi.org/10.1038/s43586-023-00198-y>

