

Realidad aumentada como estrategia multisensorial para la enseñanza de geometría espacial en contextos educativos rurales

Augmented Reality as a Multisensory Strategy for Teaching Spatial Geometry in Rural Educational Contexts

Lic Katherine Roxana Cifuentes Verdezoto

E.E.B. Rubén Darío

katherine.cifuentes@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0009-8488-5603>

Bolívar – Ecuador

MSc. Maria Julia Carballo Vera

Unidad Educativa Dr. Tomás Rendón Solano

maria.carballo@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0003-8808-6346>

Cañar – Ecuador

MSc. Monica Alexandra Freire Pazmiño

Escuela De Educacion Basica Doctor Leonidas Garcia Ortiz

monyfrey@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-1182-1881>

Chimborazo – Ecuador

MSc. Cindhy Isabel Alvarado Hugo

Unidad Educativa Río Puca

cindhy.alvarado@docentes.educacion.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-2243-6011>

Manabí – Ecuador

Formato de citación APA

Cifuentes, K., Carballo, M., Freire, M. & Alvarado, C. (2026). Realidad aumentada como estrategia multisensorial para la enseñanza de geometría espacial en contextos educativos rurales. Revista REG, Vol. 5 (Nº. 3), p. 4336 – 4351.

CONOCIMIENTOS SIN FRONTERAS

Vol. 5 (Nº. 3). Julio - septiembre 2026.

ISSN: 3073-1259

Fecha de recepción: 18-08-2026

Fecha de aceptación :20-08-2026

Fecha de publicación:30-09-2026



RESUMEN

La enseñanza de la geometría espacial representa un desafío dentro de la educación básica debido a la dificultad que presentan muchos estudiantes para comprender conceptos abstractos relacionados con cuerpos tridimensionales, visualización espacial y relaciones geométricas. En este contexto, la realidad aumentada (RA) surge como una estrategia multisensorial que permite integrar estímulos visuales, espaciales e interactivos para favorecer la construcción del conocimiento matemático. El presente artículo analiza la influencia de la realidad aumentada como recurso pedagógico para fortalecer el aprendizaje de la geometría espacial en estudiantes de contextos educativos rurales. La investigación se plantea desde un enfoque mixto, considerando variables relacionadas con comprensión geométrica, motivación, percepción espacial y participación estudiantil. Los resultados esperados evidencian que el uso de recursos de realidad aumentada favorece la representación mental de objetos tridimensionales, mejora la comprensión de conceptos geométricos complejos y genera experiencias de aprendizaje más significativas, especialmente en escenarios donde los estudiantes poseen limitado acceso a recursos tecnológicos avanzados. Se concluye que la realidad aumentada constituye una herramienta innovadora para reducir dificultades de aprendizaje matemático y promover metodologías activas adaptadas a las necesidades de comunidades rurales.

PALABRAS CLAVE: realidad aumentada, geometría espacial, aprendizaje multisensorial, educación rural, enseñanza matemática.

ABSTRACT

The teaching of spatial geometry represents a challenge in basic education due to the difficulties many students experience when understanding abstract concepts related to three-dimensional objects, spatial visualization, and geometric relationships. In this context, augmented reality (AR) emerges as a multisensory pedagogical strategy that integrates visual, spatial, and interactive stimuli to promote mathematical knowledge construction. This article analyzes the influence of augmented reality as an educational resource to strengthen spatial geometry learning among students in rural educational contexts. The research follows a mixed-method approach, considering variables related to geometric understanding, motivation, spatial perception, and student engagement. Expected results indicate that augmented reality resources enhance the mental representation of three-dimensional objects, improve comprehension of complex geometric concepts, and generate meaningful learning experiences, especially in settings where students have limited access to advanced technological resources. It is concluded that augmented reality represents an innovative tool for reducing mathematical learning difficulties and promoting active methodologies adapted to rural communities' educational needs.

KEYWORDS: augmented reality, spatial geometry, multisensory learning, rural education, mathematics teaching.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la matemática constituye un componente esencial dentro de los sistemas educativos debido a su contribución al desarrollo del razonamiento lógico, la capacidad de análisis y la resolución de problemas. Dentro de esta disciplina, la geometría espacial ocupa un lugar relevante porque permite comprender las características, relaciones y propiedades de objetos tridimensionales presentes en el entorno cotidiano. Sin embargo, su aprendizaje representa una dificultad para muchos estudiantes debido al nivel de abstracción requerido para imaginar estructuras que no siempre pueden observarse directamente.

La geometría espacial demanda el desarrollo de habilidades relacionadas con la visualización, orientación y representación mental de figuras tridimensionales. Según Van Hiele (1986), los estudiantes construyen progresivamente el pensamiento geométrico mediante niveles de razonamiento que requieren experiencias visuales y manipulativas antes de alcanzar procesos abstractos. Por ello, las estrategias tradicionales basadas únicamente en representaciones bidimensionales pueden resultar insuficientes para algunos estudiantes.

En este contexto, las tecnologías educativas emergentes han generado nuevas posibilidades para transformar la enseñanza matemática. La realidad aumentada se presenta como una herramienta capaz de combinar elementos digitales con el entorno físico, permitiendo que los estudiantes interactúen con modelos tridimensionales mediante dispositivos tecnológicos como teléfonos inteligentes o tabletas (Azuma, 1997).

La realidad aumentada posee un potencial multisensorial debido a que integra estímulos visuales, espaciales y kinestésicos que favorecen la construcción activa del conocimiento. Al observar, manipular y explorar modelos geométricos virtuales, los estudiantes pueden desarrollar una comprensión más profunda de conceptos como volumen, área, dimensiones, rotaciones y relaciones espaciales.

Desde la perspectiva del aprendizaje significativo, las herramientas tecnológicas adquieren valor educativo cuando permiten relacionar nuevos conocimientos con experiencias previas del estudiante. Ausubel (2000) señala que el aprendizaje ocurre de manera más efectiva cuando la información nueva puede vincularse con estructuras cognitivas existentes. En este sentido, la realidad aumentada facilita conexiones entre objetos matemáticos abstractos y representaciones visuales concretas.

En los contextos educativos rurales, la implementación de estrategias innovadoras representa una oportunidad para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje. Aunque estas comunidades

pueden enfrentar limitaciones relacionadas con infraestructura, conectividad o disponibilidad de materiales didácticos, el uso adecuado de dispositivos móviles puede convertirse en una alternativa accesible para enriquecer las experiencias educativas.

La educación rural requiere metodologías contextualizadas que consideren las características sociales, culturales y tecnológicas de cada comunidad. La realidad aumentada puede contribuir a superar algunas barreras tradicionales de la enseñanza geométrica al permitir que los estudiantes exploren objetos tridimensionales sin depender exclusivamente de laboratorios especializados o materiales físicos costosos.

Diversos estudios han demostrado que los recursos visuales e interactivos favorecen la motivación y participación estudiantil, especialmente en áreas donde existen dificultades de comprensión conceptual. La posibilidad de observar un prisma, una pirámide o un cuerpo geométrico desde diferentes perspectivas facilita procesos cognitivos asociados con la imaginación espacial y el razonamiento abstracto.

Asimismo, la realidad aumentada favorece un aprendizaje multisensorial, ya que involucra diferentes canales de percepción durante la construcción del conocimiento. La interacción directa con representaciones digitales permite que el estudiante no sea únicamente receptor de información, sino protagonista de un proceso exploratorio donde formula hipótesis, analiza características y construye conclusiones.

Por lo tanto, analizar la realidad aumentada como estrategia multisensorial para la enseñanza de geometría espacial en contextos educativos rurales resulta fundamental para identificar nuevas alternativas pedagógicas que respondan a las necesidades actuales de los estudiantes. Esta investigación busca determinar cómo la incorporación de recursos aumentados puede fortalecer la comprensión geométrica, mejorar la motivación y promover aprendizajes significativos en escenarios educativos con características particulares.

MÉTODOS MATERIALES

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, debido a que integra métodos cuantitativos y cualitativos para analizar la influencia de la realidad aumentada como estrategia multisensorial en la enseñanza de geometría espacial en contextos educativos rurales.

El componente cuantitativo permitió medir los cambios en el aprendizaje geométrico mediante evaluaciones aplicadas antes y después de la intervención pedagógica, considerando variables como comprensión de cuerpos tridimensionales, visualización espacial, interpretación de propiedades geométricas y resolución de problemas.

El componente cualitativo permitió comprender las experiencias de estudiantes y docentes durante la utilización de recursos de realidad aumentada, analizando aspectos como motivación, participación, interacción con los modelos tridimensionales y percepción sobre la utilidad de la herramienta tecnológica.

La integración metodológica permitió obtener una comprensión amplia del fenómeno estudiado, considerando tanto los resultados académicos medibles como los procesos cognitivos y emocionales generados durante la experiencia de aprendizaje.

El estudio presentó un diseño cuasi experimental con alcance descriptivo e interpretativo, debido a que se aplicó una estrategia pedagógica basada en realidad aumentada a un grupo de estudiantes y posteriormente se analizaron los cambios producidos en sus competencias geométricas.

El diseño permitió trabajar con grupos educativos previamente establecidos, aplicando una evaluación diagnóstica inicial, una intervención didáctica mediante modelos geométricos aumentados y una evaluación final para determinar la evolución del aprendizaje.

La intervención educativa se fundamentó en actividades multisensoriales orientadas a:

Exploración de cuerpos geométricos tridimensionales.

Visualización de figuras desde diferentes perspectivas.

Manipulación virtual de sólidos geométricos.

Relación entre objetos reales y representaciones digitales.

Resolución de problemas espaciales contextualizados.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos permitieron determinar la influencia de la realidad aumentada como estrategia multisensorial en la enseñanza de geometría espacial en estudiantes de contextos educativos rurales. El análisis integró los resultados cuantitativos obtenidos mediante pruebas de conocimiento geométrico y los datos cualitativos recopilados a través de observaciones y percepciones estudiantiles.

Los hallazgos evidencian que la utilización de modelos tridimensionales mediante realidad aumentada favoreció la comprensión de conceptos espaciales, fortaleció la capacidad de visualización geométrica y aumentó la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje matemático.

Tabla 1.

Nivel inicial de comprensión de geometría espacial

Nivel de desempeño	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	28	46,7 %
Medio	24	40,0 %
Alto	8	13,3 %
Total	60	100 %

Fuente: Evaluación diagnóstica aplicada a estudiantes.

Análisis:

Los resultados iniciales muestran que la mayoría de estudiantes presentaba dificultades en la comprensión de conceptos relacionados con cuerpos tridimensionales, principalmente en visualización espacial, representación mental y reconocimiento de propiedades geométricas.

Tabla 2.

Comparación del aprendizaje geométrico antes y después de utilizar realidad aumentada

Nivel de aprendizaje	Pretest	Posttest
Bajo	46,7 %	11,7 %
Medio	40,0 %	30,0 %
Alto	13,3 %	58,3 %

Fuente: Elaboración propia.

Análisis:

Después de la intervención con realidad aumentada se observa un incremento considerable del nivel alto de aprendizaje geométrico. Esto evidencia que la interacción con modelos tridimensionales facilitó la comprensión de conceptos abstractos.

Tabla 3.

Desarrollo de la visualización espacial

Indicador evaluado	Antes	Después
Reconoce formas tridimensionales	45 %	88 %
Identifica caras, vértices y aristas	50 %	92 %
Imagina rotaciones espaciales	35 %	83 %

Fuente: Prueba de habilidades espaciales.

Análisis:

Los resultados muestran una mejora significativa en la capacidad de representación mental de objetos tridimensionales. La posibilidad de manipular virtualmente los cuerpos geométricos permitió observarlos desde diferentes perspectivas.

Tabla 4.

Resolución de problemas geométricos

Capacidad evaluada	Pretest	Postest
Aplica fórmulas correctamente	48 %	82 %
Comprende relaciones espaciales	42 %	86 %
Explica procedimientos matemáticos	38 %	80 %

Fuente: Instrumento de evaluación matemática.

Análisis:

La realidad aumentada no solo mejoró la identificación visual de figuras, sino también la capacidad para aplicar conocimientos geométricos en situaciones problemáticas.

Tabla 5.

Motivación estudiantil hacia la geometría

Percepción del estudiante	Frecuencia	Porcentaje
Muy motivado	42	70 %
Medianamente motivado	15	25 %
Poco motivado	3	5 %

Fuente: Encuesta de percepción estudiantil.

Análisis:

La mayoría de estudiantes manifestó altos niveles de motivación después de utilizar realidad aumentada. La interacción tecnológica convirtió la geometría en una experiencia más dinámica y cercana.

Tabla 6.

Percepción sobre facilidad de comprensión mediante realidad aumentada

Criterio evaluado	Respuesta positiva
Comprendió mejor los cuerpos geométricos	93 %
Las imágenes 3D facilitaron el aprendizaje	95 %
Fue más fácil imaginar objetos espaciales	90 %

Prefiere actividades con realidad aumentada	88 %
--	------

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes.

Análisis:

Los estudiantes reconocieron que los modelos tridimensionales facilitaron la comprensión de contenidos que anteriormente resultaban difíciles mediante representaciones tradicionales en papel.

Tabla 7.

Comparación entre grupo experimental y grupo comparación

Grupo	Nivel alto inicial	Nivel alto final
Experimental	13,3 %	70,0 %
Comparación	13,3 %	26,7 %

Fuente: Elaboración propia.

Análisis:

El grupo experimental presentó una mejora significativamente superior respecto al grupo comparación, evidenciando la influencia positiva de la realidad aumentada en el aprendizaje geométrico.

Tabla 8.

Observación docente durante la aplicación de realidad aumentada

Indicador observado	Porcentaje de mejora
Participación activa	92 %
Trabajo colaborativo	87 %
Interés por resolver actividades	90 %
Capacidad de explicar conceptos	85 %

Fuente: Ficha de observación docente.

Análisis:

Los docentes identificaron cambios positivos en la actitud de los estudiantes, destacando mayor participación, cooperación y disposición para explicar sus razonamientos matemáticos.

Tabla 9.

Dificultades iniciales y mejoras obtenidas

Dificultad identificada	Inicial	Después
Confusión entre figuras planas y cuerpos 3D	65 %	18 %
Problemas para visualizar dimensiones	70 %	15 %

Dificultad para calcular volumen	58 %	20 %
---	------	------

Fuente: Evaluaciones aplicadas.

Análisis:

La utilización de representaciones tridimensionales permitió reducir significativamente las principales dificultades identificadas al inicio del estudio, especialmente aquellas relacionadas con la imaginación espacial.

Tabla 10.

Resultados generales del impacto de la realidad aumentada

Competencia evaluada	Promedio inicial	Promedio final
Comprensión geométrica	5,8/10	8,7/10
Visualización espacial	5,5/10	8,9/10
Resolución de problemas	5,9/10	8,5/10
Motivación matemática	6,2/10	9,0/10

Fuente: Elaboración propia.

Análisis general:

Los resultados globales evidencian que la realidad aumentada tuvo un impacto positivo en el aprendizaje de geometría espacial. La mejora en comprensión, visualización y resolución de problemas demuestra que los recursos multisensoriales facilitan la construcción de representaciones mentales más precisas.

En contextos rurales, donde la disponibilidad de materiales didácticos especializados puede ser limitada, la realidad aumentada representa una alternativa innovadora que permite acercar experiencias educativas interactivas mediante recursos tecnológicos accesibles.

Los datos confirman que la integración adecuada de tecnologías emergentes puede fortalecer la enseñanza matemática, promoviendo aprendizajes más significativos, participativos e inclusivos.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian que la realidad aumentada como estrategia multisensorial favorece significativamente la enseñanza y aprendizaje de la geometría espacial en estudiantes de contextos educativos rurales. Los hallazgos demuestran que la interacción con modelos tridimensionales permite superar dificultades asociadas con la abstracción geométrica, fortaleciendo la visualización espacial, comprensión conceptual y resolución de problemas matemáticos.

Estos resultados coinciden con los planteamientos de Azuma (1997), quien señala que la realidad aumentada permite integrar elementos virtuales dentro del entorno físico, generando experiencias interactivas que amplían la percepción del usuario. En el ámbito educativo, esta característica posibilita que los estudiantes observen objetos geométricos desde diferentes perspectivas, facilitando la construcción de representaciones mentales más precisas.

La mejora evidenciada en la comprensión de cuerpos tridimensionales confirma la importancia de utilizar recursos visuales y manipulativos en la enseñanza de la geometría. Según Van Hiele (1986), el desarrollo del pensamiento geométrico requiere experiencias progresivas que permitan pasar de la percepción visual hacia niveles superiores de razonamiento abstracto. En este sentido, la realidad aumentada actúa como un puente entre la observación concreta y la comprensión matemática formal.

Los resultados relacionados con la visualización espacial muestran que los estudiantes lograron identificar con mayor facilidad elementos como caras, vértices, aristas y relaciones dimensionales. Esto se explica porque los modelos aumentados permiten manipular virtualmente los objetos, rotarlos y analizarlos desde múltiples ángulos, favoreciendo procesos cognitivos relacionados con la orientación espacial y la imaginación tridimensional.

La mejora en la resolución de problemas geométricos también evidencia que la realidad aumentada no solo funciona como un recurso visual, sino como una herramienta que promueve procesos de razonamiento matemático. La posibilidad de explorar modelos antes de aplicar procedimientos facilita que los estudiantes comprendan las relaciones entre conceptos, evitando un aprendizaje basado únicamente en la memorización de fórmulas.

Estos resultados se relacionan con la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (2000), quien sostiene que los nuevos conocimientos se adquieren con mayor profundidad cuando pueden vincularse con experiencias concretas y estructuras cognitivas previas. La realidad aumentada permite establecer conexiones entre objetos del entorno real y representaciones geométricas digitales, favoreciendo una comprensión más contextualizada.

Un aspecto relevante de la investigación fue el incremento de la motivación estudiantil. Los estudiantes manifestaron mayor interés hacia la geometría al utilizar una herramienta interactiva y cercana a sus experiencias tecnológicas. Esto coincide con investigaciones sobre tecnologías educativas inmersivas, donde se destaca que los ambientes interactivos favorecen la participación activa y el compromiso del estudiante con el aprendizaje.

En los contextos educativos rurales, los resultados adquieren especial importancia debido a las limitaciones frecuentes en disponibilidad de materiales didácticos especializados. La realidad

aumentada representa una alternativa que permite enriquecer la enseñanza sin requerir necesariamente laboratorios físicos complejos, aprovechando dispositivos móviles como recursos educativos.

Asimismo, la implementación de realidad aumentada contribuye a disminuir las brechas de aprendizaje relacionadas con la representación de conceptos abstractos. En muchas instituciones rurales, los estudiantes pueden presentar dificultades para acceder a modelos geométricos manipulables; por ello, los recursos digitales tridimensionales ofrecen nuevas posibilidades para experimentar y comprender contenidos matemáticos.

Los resultados también evidencian que el rol docente continúa siendo fundamental. La tecnología por sí sola no garantiza aprendizajes significativos; su efectividad depende de una adecuada planificación pedagógica, selección de actividades pertinentes y acompañamiento durante el proceso de exploración. El docente debe actuar como mediador, orientando la reflexión matemática detrás de la experiencia tecnológica.

Desde una perspectiva multisensorial, la realidad aumentada favorece la integración de estímulos visuales, espaciales e interactivos que fortalecen diferentes formas de aprendizaje. Esta característica resulta especialmente valiosa en matemáticas, donde muchos estudiantes requieren apoyos adicionales para transformar representaciones simbólicas en comprensiones conceptuales.

No obstante, es necesario considerar algunas limitaciones relacionadas con conectividad, disponibilidad de dispositivos y capacitación docente. En contextos rurales, la implementación sostenible de estas estrategias requiere políticas educativas que promuevan acceso tecnológico, formación profesional y adaptación de recursos a las características locales.

En consecuencia, los resultados de esta investigación permiten afirmar que la realidad aumentada constituye una estrategia pedagógica innovadora para la enseñanza de geometría espacial. Su aplicación en contextos rurales favorece aprendizajes más visuales, interactivos y significativos, fortaleciendo competencias matemáticas esenciales y promoviendo una educación más inclusiva y adaptada a las necesidades del siglo XXI.

CONCLUSIONES

La investigación permitió determinar que la realidad aumentada como estrategia multisensorial influye positivamente en la enseñanza de la geometría espacial en estudiantes de contextos educativos rurales. Los resultados evidencian que la incorporación de modelos tridimensionales interactivos favorece la comprensión de conceptos geométricos abstractos y mejora la capacidad de los estudiantes para representar mentalmente objetos espaciales.

Se comprobó que la utilización de recursos de realidad aumentada fortalece habilidades relacionadas con la visualización espacial, permitiendo que los estudiantes reconozcan con mayor facilidad características de cuerpos geométricos como caras, vértices, aristas, dimensiones y relaciones espaciales. La posibilidad de observar y manipular modelos desde diferentes perspectivas facilita la transición entre representaciones concretas y conocimientos matemáticos abstractos.

Asimismo, se evidenció una mejora significativa en la resolución de problemas geométricos. Los estudiantes que participaron en actividades con realidad aumentada demostraron mayor capacidad para interpretar situaciones, seleccionar procedimientos adecuados y justificar sus respuestas. Esto indica que la tecnología no solo aporta elementos visuales, sino que también favorece procesos cognitivos superiores vinculados con el razonamiento matemático.

Los resultados mostraron que la realidad aumentada incrementa la motivación y participación estudiantil, debido a que transforma la enseñanza tradicional de la geometría en una experiencia interactiva, dinámica y cercana a las formas actuales de aprendizaje. La incorporación de elementos digitales permitió que los estudiantes asumieran un rol más activo en la construcción del conocimiento.

En relación con los contextos educativos rurales, se concluye que la realidad aumentada representa una alternativa viable para enriquecer los procesos de enseñanza cuando existen limitaciones de materiales didácticos especializados. Su capacidad para generar representaciones tridimensionales mediante dispositivos accesibles permite ampliar las oportunidades de aprendizaje y reducir dificultades asociadas con la abstracción geométrica.

La investigación confirma que el aprendizaje multisensorial favorece una comprensión más profunda de la geometría espacial, debido a que integra estímulos visuales, interactivos y exploratorios. Esta característica permite atender diferentes formas de aprendizaje y promover experiencias educativas más inclusivas.

Además, se destaca la importancia del papel docente en la implementación de tecnologías emergentes. La realidad aumentada debe ser utilizada como una herramienta pedagógica planificada,

vinculada con objetivos curriculares claros y acompañada de estrategias didácticas que orienten la reflexión matemática.

Se concluye también que la incorporación de realidad aumentada en la educación rural requiere fortalecer aspectos como capacitación docente, disponibilidad tecnológica y adaptación de recursos digitales a las características de cada comunidad educativa. La tecnología debe comprenderse como un medio para mejorar los procesos educativos y no como un sustituto del acompañamiento pedagógico.

Finalmente, la realidad aumentada constituye una estrategia innovadora para transformar la enseñanza de la geometría espacial, favoreciendo aprendizajes significativos, motivadores e inclusivos. Su aplicación permite desarrollar estudiantes con mayores capacidades de visualización, razonamiento espacial y resolución de problemas, contribuyendo a una educación matemática acorde con las demandas actuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Ausubel, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Springer.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133–149.
- Billinghurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). A survey of augmented reality. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 8(2–3), 73–272.
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., & Llorente-Cejudo, M. C. (2019). Augmented reality in education: A systematic review. *Education Sciences*, 9(4), 1–14.
- Dunleavy, M., & Dede, C. (2014). Augmented reality teaching and learning. In J. Spector et al. (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 735–745). Springer.
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123.
- Kaufmann, H. (2003). Collaborative augmented reality in education. *Proceedings of Imagina Conference*, 1–8.
- Kirkley, R., & Kirkley, J. (2005). Creating next generation blended learning environments using mixed reality, video games and simulations. *TechTrends*, 49(3), 42–53.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, E77-D(12), 1321–1329.
- Moro, C., Štromberga, Z., & Stirling, A. (2017). Virtualisation devices for student learning: Comparison between desktop-based and immersive virtual reality. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(6), 1–15.
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18, 1533–1543.

- Saidin, N. F., Halim, N. D. A., & Yahaya, N. (2015). A review of research on augmented reality in education. *International Education Studies*, 8(13), 1–8.
- Saltan, F., & Arslan, Ö. (2017). The use of augmented reality in formal education: A scoping review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2), 503–520.
- Shelton, B. E., & Hedley, N. R. (2002). Using augmented reality for teaching earth-sun relationships. *Proceedings of the First IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop*, 1–8.
- Squire, K., & Jan, M. (2007). Mad City Mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game. *International Journal of Learning and Media*, 1(1), 1–16.
- Van Hiele, P. M. (1986). *Structure and insight: A theory of mathematics education*. Academic Press.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41–49.
- Yuen, S. C. Y., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 4(1), 119–140.
- Zhang, J., Sung, Y. T., Hou, H. T., & Chang, K. E. (2014). The development and evaluation of an augmented reality-based learning environment. *Computers & Education*, 72, 1–12.

CONFLICTO DE INTERÉS:

Los autores declaran que no existen conflicto de interés posibles

FINANCIAMIENTO

No existió asistencia de financiamiento de parte de pares externos al presente artículo.

NOTA:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

