REVISTA INVECOM
ISSN en línea: 2739-0063

Realidad aumentada para el desarrollo del pensamiento espacial en universitarios

Augmented reality for the development of spatial thinking in university students

Recibido: 30/07/2026 - **Aceptado:** 26/09/2026

Zenón Manuel López Robles
https://orcid.org/0000-0003-0744-6075
zlopez@ms.upla.edu.pe
Universidad Peruana Los Andes. Huancayo, Perú

Luis Alberto Poma Lagos
https://orcid.org/0000-0002-8535-1955
lpoma@ms.upla.edu.pe
Universidad Peruana Los Andes. Huancayo, Perú

Franklin Moises Gilvonio Yaranga
https://orcid.org/0000-0003-1804-0169
fgilvonio@ms.upla.edu.pe
Universidad Peruana Los Andes. Huancayo, Perú

Domenica Andrea Segura Atachagua
https://orcid.org/0009-0005-1286-832X
dseguraa@undac.edu.pe
Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco, Perú

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo determinar el impacto de la realidad aumentada en el pensamiento espacial de estudiantes universitarios. La estrategia metodológica correspondió a un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, nivel explicativo y diseño pre-experimental con mediciones de pretest y postest. La muestra estuvo conformada por 40 estudiantes del VII ciclo de la Escuela Profesional de Educación Inicial de la Universidad Peruana Los Andes. Para la recolección de datos se utilizó la técnica de la encuesta y un cuestionario como instrumento, validado y con una alta confiabilidad (Alfa de Cronbach = 0,994). Además, se aplicó una intervención pedagógica estructurada en 8 sesiones de aprendizaje mediadas por realidad aumentada. Los resultados descriptivos revelaron que en el pretest el 55,0% de los estudiantes se situaba en un nivel bajo de pensamiento espacial, mientras que en el postest el 57,5% alcanzó un nivel alto y el 37,5% un nivel medio. Se concluye que la realidad aumentada fortalece la visualización, la orientación y la representación espacial de los estudiantes universitarios, por lo que se recomienda su implementación en el currículo educativo universitario.

Palabras clave: enseñanza superior, tecnología educativa, pensamiento espacial.

Abstract

This research aimed to determine the impact of augmented reality on the spatial thinking of university students. The methodological strategy corresponded to a quantitative approach, applied type, explanatory level and pre-experimental design with pretest and posttest measurements. The sample was made up of 40 students from the VII cycle of the Professional School of Initial Education of the Universidad Peruana Los Andes. For data collection, the survey technique was used and a questionnaire as an instrument, validated and with high reliability (Cronbach's Alpha = 0.994). In addition, a pedagogical intervention structured in 8 learning sessions mediated by augmented reality was applied. The descriptive results revealed that in the pretest 55.0% of the students were at a low level of spatial thinking, while in the posttest 57.5% reached a high level and 37.5% a medium level. It is concluded that

augmented reality strengthens the visualization, orientation and spatial representation of university students, which is why its implementation in the university educational curriculum is recommended.

Keywords: higher education, educational technology, spatial thinking.

Introducción

La acelerada evolución tecnológica ha transformado profundamente la manera en que las personas interactúan con su entorno, generando nuevas exigencias en el desarrollo de habilidades cognitivas necesarias para afrontar los desafíos del mundo globalizado (Jara, 2024). En este contexto, el pensamiento espacial ha ido adquiriendo mayor relevancia como una competencia clave orientada hacia la comprensión, interpretación y manipulación de información en entornos digitales, especialmente a través del uso de tecnologías emergentes como la realidad aumentada (RA) (Bastidas, 2025).

Ahora bien, las habilidades relacionadas con el pensamiento espacial no solo son cruciales para el éxito en cualquier campo STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), sino que también son maleables, lo cual abre posibilidades importantes para su desarrollo intencional. Precisamente, una estrategia prometedora para fomentar estas habilidades en los estudiantes es el uso de tecnologías innovadoras, como los entornos de realidad aumentada, los cuales permiten, por ejemplo, enseñar eficazmente contenidos relacionados con las geociencias (Johnson & McNeal, 2022).

En el ámbito de la educación universitaria, el desarrollo del pensamiento espacial resulta esencial, ya que posibilita que los estudiantes comprendan definiciones geométricas y matemáticas mientras consolidan sus habilidades de resolución de problemas (Borji et al., 2022). La realidad aumentada se ofrece, en este sentido, como una herramienta indispensable que facilita la interacción con representaciones tridimensionales, potenciando tanto el pensamiento espacial como la motivación en el aprendizaje (Moser et al., 2026). De hecho, experiencias en países como Singapur y Finlandia han demostrado aportes significativos en la comprensión geométrica y la visualización espacial gracias a la integración de tecnologías inmersivas en el aula (Alzahrani, 2020).

Sin embargo, el panorama no es uniforme en todas las regiones. En el contexto latinoamericano, Condori-Yucra y Hurtado-Mazeyra (2026) argumentan que la escasa incorporación de herramientas tecnológicas, como la realidad aumentada, en la educación universitaria dificulta el aprendizaje de conceptos geométricos y espaciales, lo cual perjudica el rendimiento académico. Esta situación se hace más evidente al comparar realidades distintas: un estudio de Gómez-Tone et al. (2020) comparó las habilidades espaciales de dos grupos de estudiantes de España y Perú mediante formación basada en realidad aumentada. Las comparaciones iniciales indicaron que los estudiantes peruanos presentaban un nivel de habilidad espacial inferior antes de la formación en relación con sus compañeros españoles. No obstante, los resultados obtenidos después de dicha formación evidenciaron que la intervención fue efectiva, ya que ambos grupos experimentales lograron mejoras significativas en su nivel de habilidad espacial.

Desde una perspectiva teórica, este estudio se sustenta en varios enfoques complementarios. Por un lado, se destaca la Teoría de la Cognición Corporizada, la cual sostiene que el aprendizaje se configura a partir de la interacción activa entre el individuo, el entorno y otros sujetos (Farina, 2021). A esto se suma la Teoría del Aprendizaje Experiencial de Kolb (1984), que concibe el aprendizaje como un proceso cíclico de experimentación activa y observación reflexiva a través de la manipulación de modelos tridimensionales. De igual forma, se recurre a la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimodal de Mayer (2005) y a la Teoría de la Carga Cognitiva de Sweller (2005), las cuales explican cómo la RA reduce la carga cognitiva al integrar información de manera contextualizada e intuitiva. Metodológicamente, la investigación se fundamenta en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel (1968), empleando un diseño pre-experimental con pretest y postest para medir con rigor cuantitativo el efecto de la intervención.

La evidencia empírica respalda estas premisas teóricas. Criollo y Mendoza (2024), por ejemplo, determinaron la incidencia de la RA en la didáctica formativa, obteniendo un nivel alto del 30%. Asimismo, Chavarro y Penagos (2021) lograron un incremento del promedio del pensamiento espacial y sistemas geométricos del 40% al 48% usando GeoGebra AR. En la misma línea, Gil-Aldana (2022) y Porras (2024), cuyos estudios con secuencias didácticas mediadas por RA demostraron variaciones significativas en la comprensión geométrica, y Niño y Ariza (2024), quienes incrementaron el desempeño en unidades didácticas del 60% al 70%.

Otros hallazgos relevantes incluyen los de Arias y Lloclla (2023), quienes evidenciaron incrementos en el aprendizaje científico de 9,76% a 15,55% a través del uso de realidad aumentada. Por su parte, Yi et al. (2022) presentaron los hallazgos de su estudio en el que abordan la RA validándola a través de una escala GKT-2D, la cual es una medida fiable y válida de las tres facetas del conocimiento geométrico de los futuros maestros de primaria para la enseñanza de figuras 2D, lo que configura el uso de la realidad aumentada en ámbitos específicos

con buenos resultados. Complementariamente, Amores-Valencia et al. (2022) demostraron que "el uso de la RA en el aula proporciona mayores niveles de motivación, reflejados en factores como la atención, la relevancia, la confianza y la satisfacción, lo que se traduce en una mejora en el rendimiento académico de los estudiantes" (p. 1).

En síntesis, tal como se ha visto, la realidad aumentada sobrepone información u objetos virtuales al mundo real para generar una sensación de realidad como si los objetos virtuales fueran reales (Maas & Hughes, 2020). Esta tecnología ha ganado mayor presencia en los centros educativos durante la última década, lo que ha servido de apoyo en el desarrollo del pensamiento espacial de los estudiantes. Sin embargo, su aplicación en la educación universitaria no se ha explorado en profundidad, particularmente en contextos latinoamericanos. Por ello, resulta fundamental que este estudio determine el impacto de la realidad aumentada en el pensamiento espacial de estudiantes universitarios, con el fin de aportar evidencia que oriente decisiones pedagógicas más informadas y efectivas.

Metodología

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, empleando el método hipotético-deductivo. Este procedimiento inició con la observación de la problemática, continuó con la formulación de hipótesis explicativas y culminó con la verificación de las mismas a través de un análisis cuantitativo. En cuanto al tipo de investigación, se trató de un estudio aplicado, orientado a la implementación práctica de una tecnología emergente para abordar limitaciones cognitivas en el aula. El nivel de investigación fue explicativo, ya que se buscó establecer relaciones de causa-efecto entre la variable independiente (Realidad Aumentada) y la variable dependiente (Pensamiento Espacial).

En relación con el diseño, la investigación fue de tipo experimental, específicamente pre-experimental con pretest y postest en un solo grupo. El esquema responde a la estructura Grupo Experimental: $O_1 – X – O_2$, donde X representa la intervención con Realidad Aumentada, mientras que O_1 y O_2 corresponden a las mediciones pretest y postest de la variable Pensamiento Espacial, respectivamente.

La población estuvo conformada por 40 estudiantes del VII ciclo de la Escuela Profesional de Educación Inicial de la Universidad Peruana Los Andes, ubicada en Huancayo, Perú. Se empleó un muestreo aleatorio simple, seleccionando la totalidad de la población; por lo tanto, la muestra censal quedó constituida por los 40 estudiantes mencionados.

Para la recolección de datos se utilizó una encuesta, cuyo instrumento fue un cuestionario diseñado para medir el pensamiento espacial. Este instrumento constó de 18 ítems estructurados en una escala de Likert de 5 puntos (1 = Totalmente en desacuerdo; 5 = Totalmente de acuerdo), distribuidos en tres dimensiones: Visualización espacial (indicadores: interpretación tridimensional, transformación mental, relaciones espaciales), Orientación espacial (indicadores: ubicación precisa, rotación mental, resolución espacial) y Representación espacial (indicadores: modelos mentales, esquemas gráficos, aplicación espacial). El instrumento fue sometido a juicio de expertos y alcanzó una confiabilidad medida por el Alfa de Cronbach de 0,994. Asimismo, para el seguimiento de la intervención pedagógica se aplicó una lista de cotejo de fidelidad e intensidad de la RA, compuesta por 12 ítems evaluados en una escala de 0 a 2.

La intervención pedagógica constó de 8 sesiones de aprendizaje de 90 minutos cada una, desarrolladas dentro de la asignatura de TIC en Educación. Las sesiones se organizaron de la siguiente manera:

- **Sesión 1:** Familiarización e interpretación tridimensional.
- **Sesión 2:** Rotación mental guiada.
- **Sesión 3:** Relaciones espaciales: distancia y orientación.
- **Sesión 4:** Ubicación precisa en el entorno.
- **Sesión 5:** Navegación y recorrido espacial.
- **Sesión 6:** Representación espacial: esquemas y planos.
- **Sesión 7:** Construcción de modelos mentales.
- **Sesión 8:** Transferencia y aplicación a problemas.

Finalmente, el procesamiento y análisis de datos se realizó mediante estadística descriptiva e inferencial. Tras aplicar la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, la cual determinó que las puntuaciones seguían una distribución normal ($p > 0,05$), se empleó la prueba t de Student para muestras emparejadas con un nivel de significancia del 5% (alpha = 0,05). Adicionalmente, se calculó el tamaño del efecto mediante el d de Cohen y la corrección de Hedges, con el fin de dimensionar la magnitud del impacto de la intervención.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos revelan un panorama claro sobre el impacto de la intervención. En la evaluación inicial del pensamiento espacial general (pretest), el 55,0% de los estudiantes (n = 22) se situó en un nivel bajo, el 27,5% (n = 11) en nivel medio y apenas el 17,5% (n = 7) en nivel alto. Este escenario inicial reflejaba las limitaciones cognitivas identificadas en la problemática de estudio. Sin embargo, tras la intervención con realidad aumentada, el panorama cambió sustancialmente: en el postest, el nivel bajo disminuyó drásticamente al 5,0% (n = 2), mientras que el nivel medio se ubicó en 37,5% (n = 15) y el nivel alto ascendió al 57,5% (n = 23).

Tabla 1

Niveles de pensamiento espacial general y por dimensiones (pretest y postest)

Variable	Pretest Frecuencia (*n*)	Pretest Porcentaje (%)	Postest Frecuencia (*n*)	Postest Porcentaje (%)
Pensamiento Espacial				
Bajo	22	55,00	2	5,0
Medio	11	27,5	15	37,5
Alto	7	17,5	23	57,5
Total	**40**	**100,00**	**40**	**100,00**
Dimensión: Visualización Espacial				
Bajo	29	72,5	7	17,5
Medio	7	17,5	16	40,0
Alto	4	10,0	17	42,5
Total	**40**	**100,00**	**40**	**100,00**
Dimensión: Orientación Espacial				
Bajo	13	32,5	6	15,0
Medio	20	50,0	14	35,0
Alto	7	17,5	20	50,0
Total	**40**	**100,00**	**40**	**100,00**
Dimensión: Representación Espacial				
Bajo	29	72,5	3	7,5
Medio	8	20,0	19	47,5
Alto	3	7,5	18	45,0
Total	**40**	**100,00**	**40**	**100,00**

Antes de proceder con el análisis inferencial, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, adecuada para muestras menores a 50 participantes (N = 40). Los resultados arrojaron un valor de p = 0,340 para el pretest y p = 0,199 para el postest. Dado que ambos valores superan el umbral de 0,05, se confirmó la distribución normal de los datos, lo cual justificó el uso de pruebas paramétricas, específicamente la t de Student para muestras emparejadas.

Tabla 2
Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Variable	Estadístico Shapiro-Wilk	Grados de libertad (*gl*)	Significancia (*p*)
Pensamiento espacial pretest	0,969	40	0,340
Pensamiento espacial postest	0,962	40	0,199

Contrastación de hipótesis inferenciales

Hipótesis general

La prueba t de Student para muestras emparejadas entre el postest (M = 2,53; SD = 0,599) y el pretest (M = 1,63; SD = 0,774) de la variable pensamiento espacial reportó una diferencia media de 0,900, con t = 8,473, gl = 39 y p = 0,000 < 0,05. El tamaño del efecto obtenido (d de Cohen = 1,340; g de Hedges = 1,327) categoriza el impacto como de magnitud grande. Estos hallazgos confirman que la aplicación de la realidad aumentada produce un impacto positivo y estadísticamente significativo en el desarrollo del pensamiento espacial en estudiantes universitarios.

Este incremento se relaciona directamente con lo presentado por Johnson y McNeal (2022), quienes subrayan que el pensamiento espacial es una habilidad flexible y que la RA puede constituir un entorno óptimo para potenciarla en los campos de la educación STEM. La postura de Moser et al. (2026) se alinea con esa perspectiva cuando destaca a la RA como una herramienta indispensable que fortalece la motivación y la comprensión de estructuras tridimensionales.

No obstante, también es importante reconocer las limitaciones existentes en relación con el tema. Esto se observa en la intervención empírica reportada por Condori-Yucra y Hurtado-Mazeyra (2026), quienes refieren que persiste una escasa integración de tecnologías inmersivas en la formación docente universitaria. En contraste, Gómez-Tone et al. (2020), en su estudio comparativo, demostraron que el entrenamiento guiado por RA es altamente efectivo para elevar el nivel de habilidad espacial en estudiantes peruanos que inicialmente parten de promedios desfavorables, lo cual respalda los hallazgos de esta investigación.

Hipótesis específica 1 (interactividad y visualización espacial)

La comparación del postest de visualización (M = 2,25; SD = 0,742) frente al pretest (M = 1,38; SD = 0,667) evidenció un incremento medio de 0,875, arrojando t = 8,062, gl = 39 y p = 0,000. El tamaño del efecto fue grande (d de Cohen = 1,275). Este avance demuestra que la manipulación directa de objetos virtuales puede mejorar la capacidad del estudiante para interpretar profundidad, volumen y relaciones geométricas.

En el plano empírico, este resultado concuerda con los hallazgos del estudio de Criollo y Mendoza (2024), en donde se señala que la interactividad del software de RA realza significativamente la didáctica formativa. Asimismo, se alinea con los aportes de Gil-Aldana (2022) y Porras (2024), cuyos trabajos con secuencias didácticas basadas en RA mostraron avances significativos en la abstracción geométrica.

Hipótesis específica 2 (inmersión y orientación espacial)

La orientación espacial pasó de una media de M = 1,85 (SD = 0,700) en el pretest a M = 2,35 (SD = 0,736) en el postest, con una diferencia de 0,500, alcanzando t = 5,701, gl = 39 y p = 0,000. El tamaño del efecto fue grande (d de Cohen = 0,901). Este progreso sostiene que la perspectiva tridimensional facilita la rotación mental y el reconocimiento de trayectorias en el espacio.

Esto guarda estrecha relación con la investigación de Alzahrani (2020) y Niño y Ariza (2024), quienes pudieron verificar que la exploración inmersiva, apoyada con herramientas como GeoGebra 3D, consolida la resolución de problemas de ubicación y sistemas geométricos en los estudiantes.

Hipótesis específica 3 (usabilidad y representación espacial)

La representación espacial registró una media pretest de M = 1,35 (SD = 0,622) y postest de M = 2,38 (SD = 0,628), con un incremento de 1,025, obteniendo t = 9,294, gl = 39 y p = 0,000. El tamaño del efecto fue muy grande (d de Cohen = 1,469). Los resultados reportaron un impacto altamente relevante, evidenciando que una interfaz accesible y clara puede contribuir a la construcción de esquemas gráficos y modelos mentales.

Este hallazgo coincide con lo manifestado por Amores-Valencia et al. (2022) y Yi et al. (2022), quienes señalan que el uso y la pertinencia pedagógica de los sistemas basados en RA impulsan factores decisivos tales como la atención, la confianza y la retención del conocimiento formal, lo que se traduce en mejoras significativas en el rendimiento académico.

Tabla 3
Resumen de contrastación de hipótesis

Hipótesis	Media Pretest (*SD*)	Media Postest (*SD*)	Diferencia de Medias	Estadístico *t*	*gl*
HG: Postest - Pretest Pensamiento Espacial	1,63 (0,774)	2,53 (0,599)	0,900	8,473	39
HE1: Postest - Pretest Visualización Espacial	1,38 (0,667)	2,25 (0,742)	0,875	8,062	39
HE2: Postest - Pretest Orientación Espacial	1,85 (0,700)	2,35 (0,736)	0,500	5,701	39
HE3: Postest - Pretest Representación Espacial	1,35 (0,622)	2,38 (0,628)	1,025	9,294	39

En conjunto, los resultados ofrecen evidencia sólida sobre el potencial transformador de la realidad aumentada en el desarrollo del pensamiento espacial en el contexto universitario. La magnitud del efecto observado (d = 1,340) no solo confirma la eficacia estadística de la intervención, sino que también revela un impacto pedagógico sustantivo: estudiantes que inicialmente mostraban limitaciones significativas en habilidades espaciales lograron progresos notables en todas las dimensiones evaluadas. Este hallazgo adquiere especial relevancia al replicarse en una universidad peruana con estudiantes de formación docente inicial, lo que sugiere que la RA puede constituir una alternativa viable incluso en entornos con recursos limitados, siempre que se diseñen intervenciones pedagógicas intencionadas y sistemáticas.

No obstante, los resultados también invitan a la prudencia. Si bien la intervención demostró ser efectiva en el corto plazo, persisten interrogantes sobre la sostenibilidad de estos logros a lo largo del tiempo y sobre la posibilidad de transferir las habilidades desarrolladas a otros contextos de aprendizaje. Además, la escasa integración de tecnologías inmersivas en la formación docente universitaria plantea un desafío estructural que trasciende los hallazgos de este estudio individual.

Conclusiones

La integración de la realidad aumentada en la formación universitaria ha trascendido de una simple adopción tecnológica a convertirse en un catalizador pedagógico determinante para superar las brechas que, durante años, han existido en el desarrollo del pensamiento espacial. Al transformar conceptos tridimensionales abstractos en prácticas palpables y manipulables, esta tecnología permite reestructurar esquemas cognitivos complejos, garantizando que los futuros profesionales de la educación adquieran las competencias espaciales que se requieren en la actualidad para innovar en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

La interactividad con objetos virtuales de forma directa redefine la aprehensión del espacio tridimensional, demostrando que la manipulación activa supera ampliamente las limitaciones de la enseñanza tradicional basada en representaciones bidimensionales estáticas. Este dinamismo operativo permite al estudiante desacoplar y reconfigurar figuras en tiempo real, funcionando como un acelerador del tránsito hacia una percepción espacial automática, precisa y aplicable a la resolución de problemas analíticos. El componente inmersivo de la realidad aumentada opera como un puente entre la experiencia sensorial del individuo y su capacidad de razonamiento abstracto, fortaleciendo la orientación y la rotación mental, lo que sitúa al estudiante dentro de un marco de referencia espacial interactivo que potencia la agilidad para reorientarse y predecir transformaciones físicas de su entorno.

La usabilidad y la claridad didáctica de las plataformas inmersivas resultan decisivas para optimizar la carga cognitiva durante el procesamiento de información espacial, ya que eliminan las barreras de interacción técnica y permiten que la atención del estudiante se centre en la construcción de modelos mentales abstractos y en la traducción fluida de estructuras tridimensionales hacia esquemas y representaciones gráficas.

En este sentido, dada la evidencia sobre los beneficios que representa el uso de la realidad aumentada en los procesos de pensamiento espacial en estudiantes universitarios, se recomienda implementar de manera sistemática esta tecnología en los currículos universitarios de formación docente y carreras afines. Asimismo, resulta fundamental establecer programas de capacitación continua para docentes y actores clave del entorno académico, orientados al diseño pedagógico y a la integración didáctica efectiva de herramientas inmersivas.

Referencias

Alzahrani, N. M. (2020). Augmented reality: A systematic review of its benefits and challenges in e-learning contexts. *Applied Sciences, 10*(16), 5660. https://doi.org/10.3390/app10165660

Amores-Valencia, A., Burgos, D., & Branch-Bedoya, J. W. (2022). Influence of motivation and academic performance in the use of augmented reality in education: A systematic review. *Frontiers in Psychology, 13*, 1011409. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1011409

Arias, A., & Llocla, T. (2023). *Realidad aumentada para mejorar el aprendizaje en estudiantes de primaria en una institución educativa* [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/index.php/Record/UCVV_5c8b62941d80ac51142ba9652f94c6ff

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.

Bastidas, K. (2025). Realidad aumentada como herramienta para desarrollar pensamiento espacial en educación básica. *Sapiens EduTech Journal, 3*(2), 1–15. https://sapiensjournal.ec/index.php/sedutech/article/view/546

Borji, V., Martínez-Planell, R., & Trigueros, M. (2022). Student understanding of functions of two variables: A reproducibility study. *The Journal of Mathematical Behavior, 66*, 100950. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2022.100950

Chavarro, L., & Penagos, D. (2021). *Estrategia didáctica para mejorar las competencias matemáticas mediante el desarrollo del pensamiento espacial y sistemas geométricos apoyada por realidad aumentada (GeoGebra AR) en grado décimo* [Tesis de maestría, Universidad de Santander]. Repositorio UDES. https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/8ee5ed5e-1d77-4077-a4d6-769367432126/content

Condori-Yucra, N., & Hurtado-Mazeyra, A. (2026). La realidad aumentada en la formación inicial docente: Una revisión sistemática. *Profesorado: Revista de Currículum y Formación del Profesorado, 30*(2), 1–18. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10820408

Criollo Turusina, M. A., & Mendoza Hidalgo, A. C. (2024). La realidad aumentada en la enseñanza-aprendizaje en estudiantes de séptimo año de la escuela Manuel Utreras, Santa Rosa, 2024. *Revista Científica Hacedor - AIAPÆC, 8*(2), 1–10. https://revistas.uss.edu.pe/index.php/HACEDOR/article/download/2960/3203

Farina, M. (2021). Embodied cognition: Dimensions, domains and applications. *Adaptive Behavior, 29*(1), 73–88. https://doi.org/10.1177/1059712320912963

Gil-Aldana, F. (2022). *Propuesta pedagógica mediada por realidad aumentada para el fortalecimiento del pensamiento espacial y sistemas geométricos en estudiantes del grado séptimo* [Tesis de maestría, Universidad de Santander]. Repositorio UDES. https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/b4a68ec5-9830-40bd-86ac-61e041fc53f8

Gómez-Tone, H. C., Martin-Gutierrez, J., Valencia Anci, L., & Mora Luis, C. E. (2020). International comparative pilot study of spatial skill development in engineering students through autonomous augmented reality-based training. *Symmetry, 12*(9), 1401. https://doi.org/10.3390/sym12091401

Jara Condori, L. E. (2024). El aprendizaje permanente: una necesidad en el siglo XXI. *Journal of Humanities Titicaca*, *3*(1), 11-18. https://doi.org/10.70123/jht.72

Johnson, E. T., & McNeal, K. S. (2022). Student perspectives of the spatial thinking components embedded in a topographic map activity using an augmented-reality sandbox. *Journal of Geoscience Education, 70*(1), 13–24. https://doi.org/10.1080/10899995.2021.1969862

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.

Maas, M. J., & 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

Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819

Moser, S., Lechner, M., Lazarević, M., & Lewalter, D. (2026). Enhancing informal education through augmented reality: A systematic review focusing on institutional informal learning places (2018–2025). *Education Sciences, 16*(1), 114. https://doi.org/10.3390/educsci16010114

Niño, J., & Ariza, S. (2024). *Fortalecimiento del pensamiento espacial y sistemas geométricos a través de la implementación de unidades didácticas apoyadas en la aplicación Geogebra 3D realidad aumentada en los niños y niñas de grado quinto de la Institución Educativa Caño Bonito, sede Loma Seca– Vélez - Santander* [Tesis de maestría, Universidad de Cartagena]. Repositorio Institucional. https://hdl.handle.net/11227/17766

Porras Toro, L. (2024). *Implementación de una secuencia didáctica mediada por realidad aumentada para el desarrollo del pensamiento espacial a través del estudio de poliedros regulares con estudiantes de grado octavo del Colegio República Federal de Alemania IED* [Tesis de maestría, Universidad Cooperativa de Colombia]. https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/ee2d8564-084e-47df-9162-d418cf57f823

Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. En R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 19–30). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819.003

Yi, M., Wang, J., Flores, R., & Lee, J. (2022). Measuring pre-service elementary teachers' geometry knowledge for teaching 2-dimensional shapes. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 18*(8), em2137. https://doi.org/10.29333/ejmste/12220

CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA:

1. Conceptualización: Domenica Andrea Segura Atachagua
2. Curación de datos: Franklin Moises Gilvonio Yaranga
3. Análisis formal: Domenica Andrea Segura Atachagua
4. Adquisición de fondos: Zenón Manuel López Robles
5. Investigación: Zenón Manuel López Robles
6. Metodología: Franklin Moises Gilvonio Yaranga
7. Dirección del proyecto:
8. Recursos: Zenón Manuel López Robles
9. Software: Franklin Moises Gilvonio Yaranga
10. Supervisión: Zenón Manuel López Robles
11. Validación: Luis Alberto Poma Lagos
12. Visualización: Luis Alberto Poma Lagos
13. Redacción - borrador original: Franklin Moises Gilvonio Yaranga
14. Redacción - corrección de pruebas y edición: Domenica Andrea Segura Atachagua