

Mejora de la Visualización Espacial mediante una Ruta de Aprendizaje Personalizada con Realidad Aumentada y GeoGebra en la aplicación Genially, para personas jóvenes y adultas de Educación Abierta.

Improving Spatial Visualization through a Personalized Learning Path with Augmented Reality and GeoGebra in the Genially application, for young people and adults in Open Education.

Darcy Quesada-Varela

Ministerio de Educación Pública

Heredia, Costa Rica

darcy.quesada.varela@mep.go.cr

<https://orcid.org/0000-0003-2199-7295>

Resumen:

Objetivo. Desarrollar e implementar una ruta de aprendizaje personalizada en Genially, integrando Realidad Aumentada (RA) de GeoGebra, para mejorar la visualización espacial en estudiantes de Educación Abierta. **Metodología.** Se empleó un enfoque cualitativo, basado en el modelo IBD. La muestra consistió en 12 estudiantes matriculados en EPJA en 2025. Se aplicó un cuestionario inicial para diagnosticar estilos de aprendizaje y dificultades, y una guía de observación durante la implementación de la ruta, la cual estaba compuesta por módulos que incluían vídeos, tutoriales de GeoGebra y objetos interactivos en RA. **Resultados.** Los principales hallazgos evidenciaron una mejora significativa en habilidades de visualización espacial (procesamiento visual, conservación de la percepción, identificación y memoria visual), un rol estudiantil más activo y colaborativo, y el docente como facilitador. **Conclusiones.** Se concluye que la integración pedagógica de GeoGebra RA es altamente efectiva, demostrando la viabilidad de innovar en la Educación de Jóvenes y Adultos. Como implicaciones, se recomienda la capacitación docente en el diseño de rutas de aprendizaje con TIC y se ofrece un modelo replicable para otros contextos educativos.

Palabras claves: Educación de adultos, GeoGebra, Innovación educativa, Realidad Aumentada, Ruta de aprendizaje, Visualización espacial.

Abstract:

Objective. To develop and implement a personalized learning path in Genially, integrating GeoGebra Augmented Reality (AR), to improve spatial visualization in Open Education students. **Methodology.** A qualitative approach based on the IBD model was used. The sample consisted of 12 students enrolled in EPJA in 2025. An initial questionnaire was administered to diagnose learning styles and difficulties, and an observation guide was used during the implementation of the pathway, which consisted of modules that included videos, GeoGebra tutorials, and interactive objects in AR. **Results.** The main findings showed a significant improvement in spatial visualization skills (visual processing, perception conservation, identification, and visual memory), a more active and collaborative student role, and the teacher as a facilitator. **Conclusions.** It is concluded that the pedagogical integration of GeoGebra AR is highly effective, demonstrating the viability of innovation in Youth and Adult Education. As implications, teacher training in the design of learning paths with ICT is recommended, and a replicable model for other educational contexts is offered.

Keywords: Adult Education, GeoGebra, Educational Innovation, Augmented Reality, Learning Path, Spatial Visualization.

Introducción

En la actualidad costarricense, existe la necesidad de transformar los paradigmas de planificación y desarrollo didáctico, con el fin de elevar la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Diversos diagnósticos, como los presentados por el Programa Estado de la Nación (PEN, 2019; PEN, 2025) señalan que, a pesar de los esfuerzos por modernizar la educación, la práctica docente en las aulas continúa anclada en gran medida sobre metodologías tradicionales y magistrales. Este enfoque, centrado en la transmisión unidireccional de conocimiento, limita la participación activa, el análisis crítico y la construcción significativa de aprendizajes por parte del estudiantado.

Esta problemática se agudiza en el área específica de la enseñanza de las matemáticas. Autores como Rojas y Sierra (2017) encuentran que en la geometría

es frecuente que la mayoría de las propuestas invitan a replicar el ciclo: ver, reproducir y aplicar una fórmula, privilegiando la repetición y la memorización sobre la comprensión profunda y la exploración. Esta tendencia tiene sus raíces en la formación y experiencia previa de los propios docentes, quienes suelen replicar los modelos con los que fueron educados, reproduciendo prácticas pedagógicas tradicionales, creando un ciclo difícil de romper (Díaz, 2015).

Las consecuencias de este enfoque son tangibles: los estudiantes presentan serias dificultades para desarrollar habilidades de visualización espacial. Como lo expresa Lailena (2013), muchos estudiantes “no logran describir los objetos y las propiedades de estos, además no relacionan la imagen geométrica con su concepto” (p. 7). Esta falta de destreza se traduce directamente en obstáculos para realizar cálculo de perímetro, área y volumen, ya que no consiguen identificar las figuras geométricas ni las fórmulas apropiadas (Gamboa y Ballesterro, 2010).

Frente a esta realidad, el PEN (2019) y diversos especialistas en pedagogía han enfatizado la urgencia de desempeñar metodologías innovadoras que se centren en las necesidades individuales de los estudiantes para el aprendizaje de la geometría. En esta línea, conceptos como las rutas de aprendizaje emergen como una alternativa prometedora. Gómez (2024) las define como estrategias diseñadas para permitir que cada alumno avance a su propio ritmo, se enfoque en sus áreas de mejora y potencia sus fortalezas, fomentando así un aprendizaje significativo y sostenible. Vásquez (2018) y Garduño (2020) respaldan esta visión, destacando que estas rutas generan mayor motivación y mejoran los hábitos de aprendizaje, especialmente cuando integran elementos digitales.

Paralelamente, se ha explorado el potencial del uso didáctico de algunas herramientas tecnológicas en el aprendizaje de la geometría, confirmando el impacto positivo de su integración (Molinero y Chávez, 2019). Entre ellas, el software GeoGebra se destaca por proporcionar una experiencia visual, interactiva y creativa que facilita la comprensión de conceptos abstractos (Cenas, Gamboa, Blaz y Castro, 2021). Natale y Papini (2019) señalan que su uso puede cambiar la naturaleza misma del aprendizaje matemático. Un avance significativo dentro de

GeoGebra es su integración con la Realidad Aumentada (RA), la cual favorece la experiencia educativa al permitir la integración con objetos tridimensionales, potenciando el interés y facilitando la comprensión de la geometría espacial (Basogain et al., 2007; León, 2021). Esta tecnología permite entremezclar el mundo virtual con el real, ayudando a los estudiantes a entender conceptos de espacialidad de una manera contextualizada (Ovalle y Vásquez, 2020). Estudios específicos, como el de Sahin y Akyuz (2018), concluyen que GeoGebra facilita el aprendizaje geométrico y mejora la capacidad de visualización. A nivel nacional, Poveda (2020) demostró que docentes que utilizaron GeoGebra lograron identificar procesos y relaciones geométricas con mayor claridad, valorando las visualizaciones que la herramienta proporciona.

La efectividad de la RA en geometría también ha sido documentada, en casos como el presentado por Céspedes de los Ríos, Suárez y Pareja (2015), quienes encontraron que su uso dinamiza y genera interés en las clases. Por otra parte, Gómez, Medel y García (2018) establecen que mejora directamente la habilidad espacial al relacionar de manera natural la teoría con modelos virtuales tridimensionales.

A pesar de la sólida evidencia sobre los beneficios de estas innovaciones, existe una brecha notable entre la investigación y la práctica cotidiana en muchos centros educativos. Gamboa y Ballestero (2010) identificaron que en Costa Rica el uso de la tecnología en clases de geometría suele limitarse a la calculadora, con una escasa experimentación con software especializado. Este vacío es aún más pronunciado en contextos educativos específicos, como la Educación para Jóvenes y Adultos (EPJA) de la sede Escuela David González Alfaro, donde no se ha implementado estrategias que integren herramientas como GeoGebra con RA ni se han diseñado rutas de aprendizaje personalizadas. Vásquez (2018) atribuye esta falta de aplicación a una insuficiente capacitación docente y a la carencia de recursos didácticos adecuados.

Por lo tanto, la importancia de esta investigación radica en su potencial para abordar este vacío de manera concreta en el contexto costarricense. No se trata solo de introducir una herramienta tecnológica aislada, sino de diseñar una

propuesta pedagógica integral que combine de manera estructurada el poder visual de la RA de GeoGebra con los principios de la personalización del aprendizaje. Fabres (2016) recalca que el docente debe desarrollar habilidades de visualización en los estudiantes apoyándose en recursos didácticos efectivos, y esta integración busca proveer precisamente ese apoyo. Al hacerlo, se espera empoderar a los docentes con una estrategia viable y motivar a los estudiantes, transformando su experiencia con la geometría y mejorando sus habilidades espaciales, lo cual es fundamental para su éxito académico y su comprensión del espacio que les rodea.

Por lo tanto, para abordar esta problemática en el contexto de la EPJA de la sede David González Alfaro, esta investigación plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera el diseño e implementación de una ruta de aprendizaje personalizada, alojada en Genially e integrando Realidad Aumentada de GeoGebra, mejora la visualización espacial en estudiantes de Educación Abierta? En consecuencia, el objetivo general de este estudio es diseñar, implementar y evaluar el impacto de dicha ruta de aprendizaje para fortalecer dicha habilidad en la población mencionada.

Marco teórico

Constructivismo, construccionismo y conectivismo

En el modelo constructivista el estudiante es el encargado de construir su propio conocimiento, potenciando la participación activa en su proceso de aprendizaje (Sáez, 2019). Siguiendo la misma línea, Gortaire et al. (2022) menciona que “el constructivismo hace hincapié en la agencia humana, el aprendizaje centrado en el alumno y las prácticas pedagógicas que promueven un clima de aula centrado en el alumno.” (p.5).

A su vez, el construccionismo se centra en el arte de aprender a aprender (Ackerman, 2001), es así cómo este aprendizaje implica que el estudiante sea inmerso de su propio aprendizaje “para que ellos mismos saquen sus propias conclusiones mediante la experimentación creativa y la elaboración de sus propios productos.” (Aparicio & Ostos, 2018, p.118). Además del papel del estudiante, este

modelo permite que el docente le brinde al estudiante la información y de esta manera ampliar sus conocimientos sobre un tema en específico, guiándolo a su fácil adaptación sobre el medio que le rodea (Ortiz, 2015).

Por otra parte, al conectivismo se le conoce como una teoría de aprendizaje enfocada en la era digital (Goldie, 2016), haciendo que el aprendizaje se convierta en colaborativo, enfocado en la producción de conocimientos, inteligente bajo la guía del docente, que a su vez aprende de las necesidades de los estudiantes (López de la Cruz y Escobedo, 2021; Gortaire et.al., 2022). Gutierrez (2012) menciona la necesidad de realizar investigaciones donde se apliquen los principios del conectivismo en experiencias formales e informales de aprendizaje.

Rol de la persona que enseña, de la persona que aprende y de la tecnología

La práctica docente está relacionada con la trayectoria de vida del docente, el contexto educativo donde se desenvuelve, el proyecto curricular y las condiciones de la institución (Díaz y Hernández, 2002), por lo que, la persona que enseña debe ser ágil, astuto y creativo al presentar situaciones de aprendizaje, debe también fomentar el aprendizaje colaborativo, siendo un facilitador del aprendizaje y promoviendo una retroalimentación constante al estudiante (Carballo y Escobar, 2005).

El rol de la persona que aprende tiene un protagonismo activo, debe ser investigador, creador y colaborador (González, 2018). A su vez, “puede ser considerado como un trabajador del conocimiento, en el sentido de que no simplemente consume conocimiento, sino que es capaz de crearlo” (Rubio, 2009, p. 52). Romero-Abrio y Hurtado (2017) recalcan que la persona que aprende debe participar en lugar de permanecer de manera pasiva observando.

Por otra parte, Morado (2018) menciona que “la tecnología deberá formar parte del proceso en la educación del futuro; no deberá ser percibida como una herramienta aislada” (p. 5). Las TICs ayudan a la posibilidad de diversificar el proceso de enseñanza-aprendizaje, y de atender las necesidades particulares (Caamaño, 2009), y de esta manera fomentan la actividad colaborativa y la

creación de contenidos (Valdez, 2012), es así como se percibe el rol de la tecnología.

Rutas de aprendizaje

Una ruta de aprendizaje son una serie de actividades diseñadas para desarrollar conocimientos y habilidades, presentando procesos de aprendizaje relacionados con teorías cognitivas definidas. Son creadas para apoyar a la enseñanza, con el objetivo de adaptarse a las necesidades de los estudiantes y de esta manera atender la diversidad de las situaciones pedagógicas y tecnológicas (Hernández y Aranguren, 2016).

Aunado a lo anterior, las rutas de aprendizaje disponen de herramientas y distintas fuentes de información, que le brindan al estudiante de manera progresiva los conocimientos, esto hace que el estudiante abandone su rol pasivo durante las clases, convirtiéndose en dinamizador de su aprendizaje (Narváez y Bilbao, 2022).

Jorge-Pozo y Jiménez-Gestal (2019) mencionan que el éxito del aprendizaje estaría ligado a la capacidad del mediador, en este caso el docente, de brindar en la ruta de aprendizaje momentos de exploración y comprobación que incluya material para los diversos estilos de aprendizaje de los estudiantes que utilizarán la ruta.

Visualización Espacial

La percepción visual puede recibir diferentes nombres, tales como: “visualización”, “visión espacial” o “visualización espacial”. El elemento básico entre todos estos nombres son las imágenes mentales, es decir, las representaciones mentales que se pueden hacer de objetos físicos, relaciones, conceptos, entre otros (Gutiérrez, 1991).

Bishop (1989) establece que existen dos tipos de procesos en la visualización:

- Procesamiento visual (VP): este es el proceso de conversión de información abstracta o no figurativa en imágenes visuales y también el proceso de transformación de unas imágenes visuales ya formadas en otras.

- Interpretación de información figurativa (IFI): este es el proceso de comprensión e interpretación de representaciones visuales para extraer la información que contienen.

Por otro lado, Del Grande (1990) brinda otros conceptos importantes para comprender la visualización:

- Coordinación motriz de los ojos: es la habilidad para seguir con los ojos el movimiento de los objetos de forma ágil y eficaz.
- Identificación visual: es la habilidad para reconocer una figura aislándola de su contexto, usualmente se usa cuando hay varias figuras superpuestas o cuando está formada por varias partes.
- Conservación de la percepción: es la habilidad para reconocer que un objeto mantiene su forma, aunque deje de verse total o parcialmente, por ejemplo, porque haya girado o se haya ocultado.
- Reconocimiento de posiciones en el espacio: es la habilidad para relacionar la posición de un objeto con el observador o con otro objeto que actúa como referencia.
- Discriminación visual: es la habilidad que permite comparar varios objetos identificando sus semejanzas y diferencias visuales.
- Memoria visual: es la habilidad para recordar características visuales y de posición que tenía un objeto en un momento determinado, después de haber sufrido cambios de posición.

Metodología

La presente investigación se basa en el enfoque cualitativo, dado que busca describir, comprender e interpretar la información a través de las experiencias de los participantes, sin generalizar los resultados obtenidos (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2020). Asimismo, se enmarca en una Investigación Basada en Diseño (IBD), pues busca concretar aprendizajes contextualizados con base en las necesidades de la población meta, así como herramientas didácticas que benefician la relación entre la teoría y las prácticas

educativas en aula (Guisasola, 2024). Es así como contempla las etapas de una IBD como lo es el diseño, implementación y evaluación (Tena y Couso, 2023).

La población seleccionada para desarrollar el estudio fueron los estudiantes jóvenes y adultos de la sede David González Alfaro, matriculados en la materia de matemáticas, lo cual aseguró que estaban cursando los contenidos de geometría espacial. Se trabajó con una muestra no probabilística por conveniencia ya que “permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos” (Otzen y Manterola, 2017, p. 230). Además, esta muestra presenta las características de la población objetivo, y fue de fácil acceso y proximidad para la investigadora (Casal y Mateu, 2003).

Fases e instrumentos de investigación.

En la tabla 1 se muestra el objetivo de la investigación y el instrumento o herramienta que responde a cada una de las etapas, que se describen enseguida:

Tabla 1: Etapas de la IBD de la investigación

Etapas IBD	Objetivo	Instrumento
Empatizar	Identificar los requerimientos y necesidades de la población en función de los elementos curriculares del Ministerio de Educación Pública.	Cuestionario: estilos de aprendizaje, errores y dificultades de los estudiantes.
Empatizar e Idear	Diseñar la ruta de aprendizaje personalizada, en el sitio web Genially, según las necesidades de la población participante, y las características curriculares de los temas seleccionados.	Cuestionario: estilos de aprendizaje, errores y dificultades de los estudiantes. Herramientas de construcción: Genially y GeoGebra RA

Prototipado e Implementación	Implementar en estudiantes de Educación Abierta de la sede David González Alfaro una propuesta de ruta de aprendizaje personalizada, en el sitio web Genially, basada en el uso de Realidad Aumentada (RA) y el software GeoGebra, para la mejora de la visualización espacial.	Herramientas de construcción: Genially y GeoGebra RA
Evaluación	Evaluar el impacto de la ruta de aprendizaje en el desarrollo de habilidades de visualización espacial en los estudiantes de Educación Abierta de la sede David González Alfaro.	Guía de observación

Nota: Elaboración propia.

Etapa 1: Empatizar

Se aplicó un instrumento tipo cuestionario, que estaba dividido en tres apartados. El primero consistía en recabar información general, el segundo sobre los estilos de aprendizaje de cada estudiante, y finalmente sobre las dificultades y errores que presentan en el área de geometría espacial, definiendo dificultad como aquella situación cognitiva que presente el estudiante que lo limite o afecte de forma negativa en la resolución de ejercicios y problemas. Por otra parte, se define errores como las situaciones observables donde el estudiante emita una respuesta errónea. Este instrumento se aplicó con el objetivo de diagnosticar las percepciones que tenían los estudiantes sobre el aprendizaje en la geometría espacial.

Etapa 2: Empatizar e idear

A partir del diagnóstico inicial, se diseñó una ruta de aprendizaje personalizada no lineal, permitiendo a los estudiantes navegar libremente entre los recursos. La ruta se estructuró en cuatro módulos (Cono, Cilindro, Prismas y Pirámide), cada uno compuesto por tres elementos:

- 1) Video explicativo sobre el sólido
- 2) Tutorial para la creación del sólido en GeoGebra
- 3) Material interactivo en Realidad Aumentada (RA) con GeoGebra

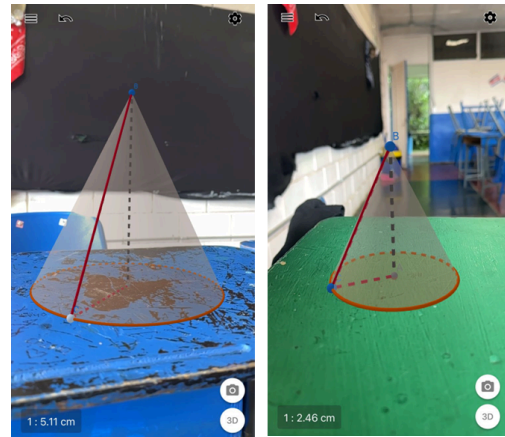
Se procedió a idear la ruta de aprendizaje, considerando los resultados obtenidos en el cuestionario aplicado en la etapa 1, así como las metodologías investigadas que mejor se adapten a las necesidades de los estudiantes, definiendo de esta manera recursos a utilizar como Genially y GeoGebra RA, actividades, procedimientos o estrategias. Esta estructura se ilustra en la figura 1 y 2 para el caso del cono.

Figura 1: Elementos Ruta de Aprendizaje



Nota: Elaboración propia.

Figura 2: Elemento RA Ruta de Aprendizaje



Nota: Elaboración propia.

Etapa 3: Prototipado e implementación

Se concluye con la creación de la ruta de aprendizaje para mejorar las habilidades de visualización espacial, en el sitio web Genially, y se complementa con el uso del software GeoGebra RA. Seguidamente, se implementó la ruta de aprendizaje a los participantes de la investigación, en un bloque de una duración de 105 minutos, que corresponde al estipulado en la sede David González Alfaro, a los estudiantes que no contaban con dispositivo tecnológico se les brindó para que accediera a la ruta.

Etapa 4: Evaluación

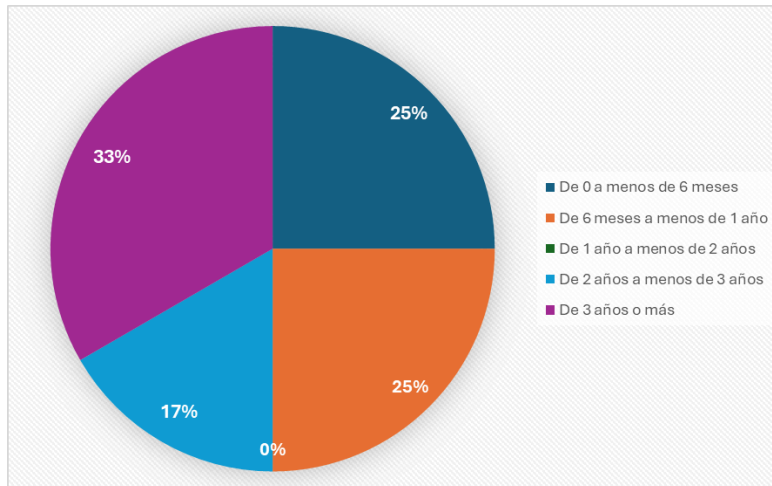
La etapa de evaluación se llevó a cabo mediante observación debido a que es “un proceso riguroso que permite conocer, de forma directa, el objeto de estudio para luego describir y analizar situaciones sobre la realidad estudiada” (Bernal, 2010, p. 257), y es de carácter participante, dado que la investigadora fue responsable de la implementación de la ruta de aprendizaje. Durante la sesión, guió a los participantes de manera genuina a lo largo de la ruta, con el objetivo de analizar y evaluar los siguientes aspectos: los principios del constructivismo, construccionismo y conectivismo; los roles de quien enseña y de quien aprende; el rol de la tecnología; el diseño de la ruta de aprendizaje; y la habilidad de la visualización espacial.

Resultados

Diagnóstico Inicial

La aplicación inicial del cuestionario de diagnóstico permitió caracterizar a la población de estudio, conformada por 6 hombres y 6 mujeres matriculados en el proyecto de Educación Abierta en la sede David González Alfaro. La figura 3 evidencia que la mayoría del estudiantado cuenta con tres o más años de pertenecer a esta modalidad educativa.

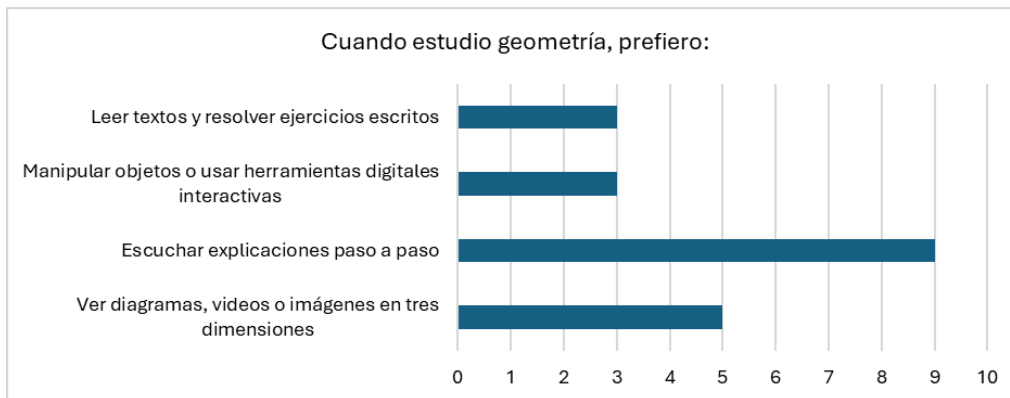
Figura 3: Tiempo de permanencia del estudiantado en el programa de Educación Abierta



Nota: Elaboración propia.

Respecto a las preferencias metodológicas para el estudio de la geometría, los resultados indican una marcada inclinación hacia recursos audiovisuales e interactivos. Como se observa en la figura 4, la opción “Escuchar explicaciones paso a paso” fue la más seleccionada, seguida de “Ver diagramas, videos o imágenes en tres dimensiones”.

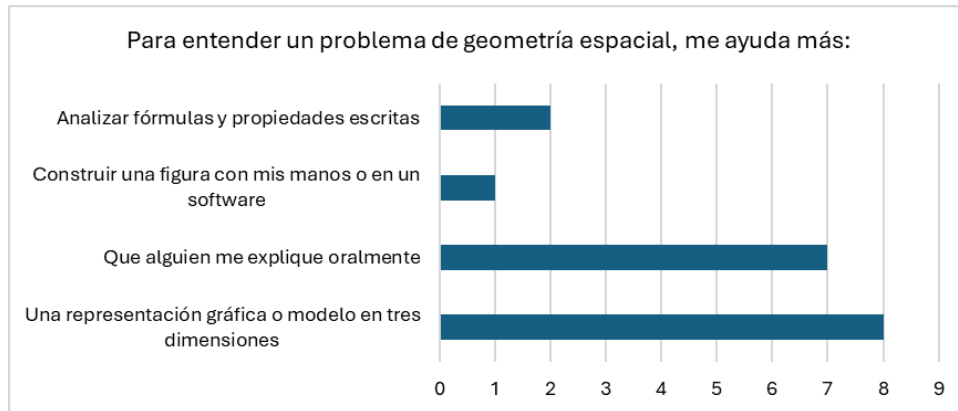
Figura 4: Preferencia metodológica para el estudio de la geometría.



Nota: Elaboración propia.

Esta tendencia se reforzó al consultar sobre las estrategias que facilitan la comprensión de problemas de geometría espacial (figura 5), donde predomina “Una representación gráfica o modelos en tres dimensiones “ y “que alguien les explique oralmente”.

Figura 5: Preferencia metodológica para el estudio de la geometría

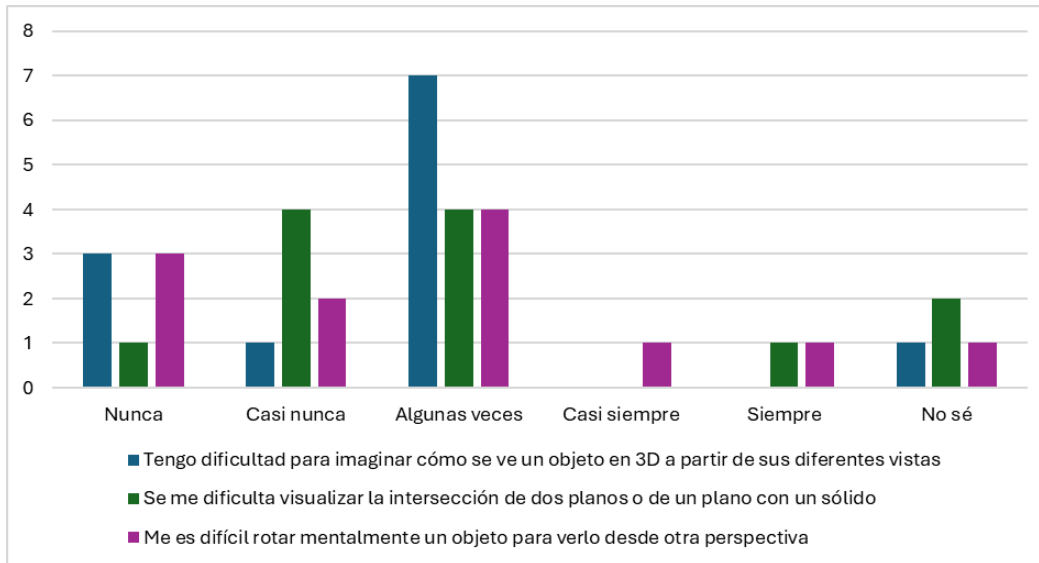


Nota: Elaboración propia.

El diagnóstico muestra que 10 de 12 de estudiantes suelen “Anotar datos y seguir un procedimiento escrito”, mientras que solo 2 optan por “Dibujar o usar herramientas digitales para explorar” en estrategias de resolución de problemas, un estudiante reportó “Repetir en voz alta los pasos a seguir”. Sin embargo, al consultar sobre sus preferencias tecnológicas, la opción más valorada fue “Explicaciones auditivas o podcasts”, seguida de “Interactividad (arrastrar, girar figuras, etc)” y “Realidad Aumentada para visualizar figuras”.

En cuanto a las dificultades cognitivas, se identificaron problemas recurrentes en la visualización espacial. Como se muestra en la figura 6, los estudiantes presentan dificultades para imaginar un objeto en 3D a partir de sus vistas y para rotarlo mentalmente. Adicionalmente, el 83% de los estudiantes reportaron cometer errores al interpretar problemas por no lograr visualizar la figura descrita, y siete admitieron representar incorrectamente las dimensiones o la perspectiva al dibujar un sólido.

Figura 6: Dificultades cognitivas



Nota: Elaboración propia.

Implementación de la ruta de aprendizaje

La implementación de la ruta de aprendizaje permitió recabar, mediante la guía de observación, evidencias concretas del proceso de aprendizaje. Primeramente, se observó que el 100% de los estudiantes manipuló activamente los sólidos en GeoGebra RA. Esta interacción les permitió descubrir propiedades geométricas de manera inductiva. Por ejemplo: al rotar pirámides, varios estudiantes articularon verbalmente la relación entre la base y las caras laterales, con comentarios como: “¡Ya veo! Las caras ‘salen’ de la base y se unen arriba”, a lo que un estudiante añadió “Donde se unen es el vértice”. Este intercambio demuestra una construcción colaborativa y verbalizada del concepto.

Asimismo, durante la elaboración de los sólidos, 8 de 12 estudiantes lograron seguir el tutorial de la ruta. En este proceso, se evidenció una deliberación consciente sobre las herramientas, como lo muestra el diálogo de una dupla de estudiantes:

Estudiante 1: “¿Usamos ‘Polígono’ o ‘Polígono Regular’ para la base?”

Estudiante 2: “Mejor ‘Regular’ para que sea exacto, como estaba en el video”

Esta discusión refleja una toma de decisiones fundamentada y la colaboración entre pares.

El rol de la docente se redefinió como el de una guía facilitadora. Durante el bloque de 105 minutos, realizó 13 intervenciones, de las cuales el 77%

consistieron en preguntas orientadoras que no proporcionaban respuestas directas, sino que impulsan la reflexión. Un ejemplo es cuando planteó: “¿Qué línea trazaste en GeoGebra? ¿desde el centro de la base hasta la cúspide?”. Este tipo de indagación permitió a los estudiantes revisar sus construcciones y autocorregirse, fomentando la autonomía.

La efectividad del diseño de la ruta se confirma al constatar que el 83% de los estudiantes, es decir 10 de los 12 participantes, navegaron por la ruta de aprendizaje de manera intuitiva, sin requerir asistencia para avanzar en las actividades. Este mismo porcentaje de estudiantes exploró más allá de las indicaciones de la ruta, un caso fue el de un estudiante que, tras construir el prisma asignado, utilizó de forma espontánea la herramienta “Deslizador” en GeoGebra para variar la altura, exclamando: “¿Se ve más alta o más baja si muevo esta barra!”. Esta acción generó una interacción constructiva con un compañero, quien preguntó: “¿Se puede hacer también para la base?”, desencadenando una discusión entre ambos que extendió el aprendizaje previsto, incentivó la experimentación y la relación entre pares.

Discusión

Los hallazgos sobre las preferencias metodológicas confirman la relevancia de integrar materiales multimedia en el diseño instruccional, tal como sugiere la literatura sobre los roles de la tecnología, que debe diversificar el proceso de enseñanza para atender necesidades particulares (Caamaño, 2009).

La preferencia por métodos de resolución basados en la repetición y procedimientos escritos coincide con lo señalado por Rojas y Sierra (2017), lo que sugiere una tendencia hacia estilos de aprendizaje tradicionales. Sin embargo, la discrepancia entre esta práctica habitual y sus expectativas tecnológicas evidencia una clara disposición del estudiantado hacia innovaciones pedagógicas que integren recursos digitales interactivos. Esta disposición se alinea con los principios del conectivismo, que concibe el aprendizaje como un proceso colaborativo y mediado por la tecnología (Goldie, 2016; López de la Cruz y Escobedo, 2021).

Las dificultades cognitivas identificadas, como los problemas para imaginar y rotar objetos mentalmente, apuntan a un déficit de habilidades fundamentales como la identificación visual, la conservación de la percepción, el reconocimiento de posiciones en el espacio y el reconocimiento de relaciones espaciales (Del Grande, 1990; Gutiérrez, 1991). Estos resultados refuerzan la necesidad de intervenciones didácticas específicas para desarrollar estas habilidades, tal como lo planteó Bishop (1989) en su modelo de Procesamiento Visual (VP) e Interpretación de Información Figurativa (IFI).

La estructura de la ruta de aprendizaje se diseñó siguiendo el principio constructorista de “aprender haciendo” (Ackerman, 2001; Aparicio y Ostos, 2018), donde el estudiante está inmerso en su propio aprendizaje mediante la experimentación y la creación de productos. Además, la ruta atendió a la recomendación de Jorge-Pozo y Jiménez-Gestal (2019) de incluir momentos de exploración y comprobación de materiales para diversos estilos de aprendizaje.

El hecho de que los estudiantes asumieron un rol activo y generarán discusiones entre pares se alinea con los postulados del constructivismo, que potencian la participación activa del estudiante (Sáenz, 2019), y del conectivismo, que enfatiza la producción colaborativa del conocimiento (Gortaire et al., 2022). El rol del docente como facilitador es coherente con lo expuesto por Carballo y Escobar (2005), quienes destacan la necesidad de que el docente fomente el aprendizaje colaborativo y actúe como un guía.

Los avances en la visualización espacial, como la capacidad de predecir la apariencia de un sólido desde otro ángulo y el mejor reconocimiento de sus características, muestran evidencia del desarrollo de Procesamiento Visual (VP), Interpretación de Información Figurativa (IFI) y Conservación de la Percepción (Bishop, 1989; Del Grande, 1990). La habilidad para reconocer partes de una figura aislándola del contexto se identifica como Identificación Visual (Del Grande, 1990), mientras que la capacidad de recordar y describir con precisión las características espaciales es un indicador claro del desarrollo de la memoria visual (Del Grande, 1990; Gutiérrez, 1991).

La integración de herramientas tecnológicas como GeoGebra y RA demostró ser un catalizador efectivo para superar las dificultades iniciales, materializando el rol de la tecnología como una parte integral del proceso educativo y no como una herramienta aislada (Morado, 2018), y permitiendo atender la diversidad de estilos de aprendizaje en el aula (Caamaño, 2009).

Conclusiones

Esta investigación demuestra de qué manera el diseño e implementación de una ruta de aprendizaje personalizada en Genially con Realidad Aumentada de GeoGebra mejora la visualización espacial en estudiantes de Educación Abierta, a través de una secuencia pedagógica estructurada que fomenta el aprendizaje activo y la manipulación directa de objetos geométricos, permitiendo a los estudiantes construir su comprensión espacial de manera progresiva e intuitiva.

Logró cumplir con cada uno de sus objetivos, demostrando que la mejora de la visualización espacial es el resultado de una intervención pedagógica integral y no del uso aislado de herramientas tecnológicas, sienta un precedente valioso para la innovación educativa en contextos de EPJA.

El diagnóstico inicial permitió identificar que los estudiantes presentaban dificultades específicas en visualización espacial (como la rotación mental de objetos, reconocer diferentes vistas de la figura), alineados con los elementos curriculares del MEP. Además, se detectó un claro anhelo por recursos interactivos y audiovisuales, lo que evidenció la necesidad de una estrategia pedagógica que se alejara de los métodos tradicionales y atendiera sus estilos de aprendizaje.

Se logró diseñar una ruta de aprendizaje no lineal que integró de manera coherente videos explicativos, tutoriales para GeoGebra y modelos en Realidad Aumentada. Este diseño materializó principios teóricos como el “Aprender Haciendo” del construccionismo (Ackerman, 2001; Aparicio y Ostos, 2018) a través de una secuencia pedagógica: visualizar, crear e interactuar, que respondió directamente a las necesidades diagnosticadas.

La implementación de la ruta de aprendizaje corroboró los roles teóricos planteados. La docente asumió el papel de facilitadora, mientras que los

estudiantes adoptaron un protagonismo activo, generando un cambio en la actitud que presentaban anteriormente, tal como sugiere Sáenz (2019). La ruta generó un alto nivel de motivación, transformando el ambiente del aula en un espacio de construcción del conocimiento.

Entre algunas de las contribuciones que hace esta investigación, destacan:

- Los estudiantes demostraron una mejora significativa en habilidades de visualización espacial conceptualizadas por Bishop (1989) y Del Grande (1990), como el Procesamiento Visual (VP) y la Interpretación de Información Figurativa (IFI).
- Para la Educación de Personas Jóvenes y Adultas (EPJA), desarrolla y valida una ruta de aprendizaje innovadora específicamente diseñada para una población tradicionalmente desatendida (Sazo y Reyez, 2022), demostrando que es posible implementar tecnologías educativas avanzadas en contextos no tradicionales con resultados significativos.
- En el campo educativo, se aporta un modelo pedagógico-tecnológico integral que combina rutas de aprendizaje personalizadas, realidad aumentada y software de geometría dinámica, ofreciendo una alternativa viable a los métodos tradicionales que puede ser adaptada a otros contenidos y contextos educativos.
- Evidencia el anhelo de los estudiantes por generar un cambio en las metodologías de enseñanza, inclinándose por metodologías innovadoras y tecnológicas.

Entre las limitaciones se considera el muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que la muestra se conformó con base en la disponibilidad de los estudiantes presentes, en una sola sede de EPJA, durante la recolección de datos y su consentimiento voluntario. Si bien este enfoque es válido para el contexto de la investigación, se considera una muestra pequeña para la población total de la EPJA. Además, esta sede pertenece al Proyecto de Educación Abierta, el cual tiene como calendario escolar desde Marzo hasta Septiembre, limitando el tiempo de aplicación del proyecto.

Por lo que, para futuras investigaciones se recomienda ampliar la población de estudio a otras modalidades de la EPJA, como Colegios Académicos Nocturnos (CAN), Institutos Profesionales de Educación Comunitaria (IPEC), Centros Integrados de Educación de Adultos (CINDEA), Escuelas Nocturnas y el Colegio Nacional de Educación a Distancia (CONED). Además, extender los contenidos de la ruta de aprendizaje a más niveles educativos, incluyendo hasta Bachillerato por Madurez y otras materias.

Referencias

- Ackermann, E. (2001). Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the difference? *En Future of Learning Group Publication*, 5(3).
[http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20 %20Paper t.pdf](http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20%20Paper%20t.pdf)
- Aparicio, O. Y., & Ostos, O. L. (2018). El constructivismo y el construccionismo. *Revista Interamericana De Investigación Educación Y Pedagogía RIIEP*, 11(2), 115–120. <https://doi.org/10.15332/s1657-107X.2018.0002.05>
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., & Olabe, J. C. (2007). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, EHU.
<https://www.academia.edu/download/36849026/6CFJNSalrt.pdf>
- Bernal, C. A. (2010). Metodología de la investigación (Tercera Edición ed.). Bogotá, Colombia: Pearson Education.
- Bishop, A. J. (1989). Review of research on visualization in mathematics education. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11(1), 7-16.
- Caamaño, D. P. (2009). Soporte tecnológico y gestión educativa de la inmigración. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 10(2), 289-309.
<https://www.redalyc.org/pdf/2010/201017352018.pdf>
- Carballo, O. C., & Escobar, N. G. (2005). El nuevo rol de profesor: mediador y asesor. *Revista Rhombus*, 4(11), 40-47.

- Casal, J., & Mateu, E. (2003). Tipos de muestreo. *Rev. Epidem. Med. Prev*, 1(1), 3-7. <https://www.academia.edu/download/55524032/TiposMuestreo1.pdf>
- Cenas, F. Y., Gamboa, L. R., Blaz, F. E., & Castro, W. E. (2021). Geogebra: herramienta tecnológica para el aprendizaje significativo de las matemáticas en universitarios. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 5(18), 382-390. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2616-79642021000200382&script=sci_arttext
- Céspedes de los Ríos, G. A., Suárez, B. V., y Pareja, S. S. (2015). Realidad Aumentada como herramienta en la enseñanza~ aprendizaje de geometría básica. *Panorama*, (8), 50 - 58. <https://revia.areandina.edu.co/index.php/LI/article/view/424>
- Del Grande, J. (1990). Spatial sense. *Arithmetic Teacher*, 37(6), 14-20.
- Díaz, H. (2015). *Formación docente en el Perú: Realidades y tendencias*. Departamento de Marketing de Santillana.
- Díaz, F., & Hernández, G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. *Una interpretación constructivista*, 2, 1-27. https://www.academia.edu/download/53051798/EstratDocParaUnAprendSig_nif.pdf
- Fabres, R. (2016). Estrategias metodológicas para la enseñanza y el aprendizaje de la geometría, utilizadas por docentes de segundo ciclo, con la finalidad de generar una propuesta metodológica atinente a los contenidos. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 42(1), 87-105. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052016000100006>
- Gamboa, R., & Ballesteros, E. (2010). La enseñanza y aprendizaje de la geometría en secundaria, la perspectiva de los estudiantes. *Revista electrónica educare*, 14(2), 125-142. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5414933>
- Garduño, E. (2020). Rutas de aprendizaje en la inducción, ingreso y seguimiento de un proceso de formación. *Revista Educación*, 44(2), 386–406. <https://doi.org/10.15517/revedu.v44i2.38859>

- Goldie, J. G. S. (2016). Connectivism: A knowledge learning theory for the digital age? *Medical Teacher*, 38(10), 1064–1069.
<https://doi.org/10.3109/0142159X.2016.1173661>
- Gómez, E. (2024). *Creación de Rutas de Aprendizaje Personalizadas*.
<https://arealearning.com/creacion-de-rutas-de-aprendizaje-personalizadas/>
- Gómez, I., Medel, R., & García, R. (2018). Realidad Aumentada como herramienta didáctica en geometría 3D. *Latin-American Journal of Physics Education*, 12(4). <https://www.academia.edu/download/81845072/preview3.pdf>
- Gonzalez, J. (2018). Educación emergente y condición humana hacia un pensamiento del sur Latinoamericano. *Revista CON-CIENCIA*, 6(2), 79-88.
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-02652018000200008&lng=es&tlng=es.
- Gortaire Díaz, D., Beltrán Moreno, M., Mora Herrera, E., Reasco Garzón, B., & Rodríguez Torres, M. (2022). Constructivismo y conectivismo como métodos de enseñanza y aprendizaje en la educación universitaria actual. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 14046-14058.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4672
- Guisasola, J. (2024). La investigación basada en el diseño: algunos desafíos y perspectivas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2801-2801.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i2.2801
- Gutierrez, A. (1991). Procesos y habilidades en visualización espacial. *Memorias del 3er Congreso Internacional sobre Investigación Matemática: Geometría*, 44-59.
<http://cmapspublic.ihmc.us/rid=1NGRW4M0Z-BZQ2WQ-FV/imaginaci%C3%B3n%20espacial.pdf>
- Gutierrez, L. (2012). Conectivismo como teoría de aprendizaje: conceptos, ideas, y posibles limitaciones. *Educación Y Tecnología*, (1), 111-122.
<http://revistas.umce.cl/index.php/edytec/article/view/39>

- Hernández, Y. C., y Aranguren, G. (2016). Patrón tecnopedagógico: ruta de aprendizaje basado en actividades comprensivas. *Revista Vínculos*, 13(2), 149–158. <https://doi.org/10.14483/2322939X.11671>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*.
- Jorge-Pozo, D., & Jiménez-Gestal, C. (2019). Aplicando flipped classroom para el aprendizaje basado en problemas (ABP) en secundaria. *Épsilon – Revista de Educación Matemática*, 103, 45-54.
<http://funes.uniandes.edu.co/16544/1/Jorge2019Aplicando.pdf>
- Laliena, F. (2013). *Dificultades en el Proceso de la Enseñanza-aprendizaje de la Geometría en 1° de la ESO* [Tesis de Maester, Universidad Internacional de la Rioja].
https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/1957/2013_07_26_TFM_ESTUDIO_DEL_TRABAJO.pdf?sequence=1
- León Amézquita, N. (2021). *Realidad aumentada como recurso didáctico para el aprendizaje significativo de la geometría espacial* [Tesis Doctoral, Universidad de Cartagena].
<https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/14924>
- López de la Cruz, E. y Escobedo, F. (2021). El conectivismo, el nuevo paradigma del aprendizaje. *Desafíos*, 12(1); 73-9.
<https://doi.org/10.37711/desafios.2021.12.1.259>
- Molinero, M. C., & Chávez, U. (2019). Herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de educación superior. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(19), e005. <https://doi.org/10.23913/ride.v10i19.494>
- Morado, M. F. (2018). Complex and Innovative Virtual Learning Environments: An Experience of Participatory Creation from an Emergent Paradigm. *Revista Electrónica Educare*, 22(1), 1-17. <https://doi.org/10.15359/ree.22-1.18>
- Narváez, J. H., & Bilbao, E. T. (2022). Las rutas de mediación virtual, experiencia e-learning del modelo de aula invertida en tiempos de pandemia.

Panorama, 16(30).

<https://www.redalyc.org/journal/3439/343969897006/343969897006.pdf>

Natale, M.; Papini, C. (2019). Producir geometría con GeoGebra: Una experiencia colaborativa en el nivel universitario. [Actas]. Ensenada : Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Ciencias Exactas y Naturales.

http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.11945/ev.11945.pdf

Ortiz, D., (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (19), 93-110. [El constructivismo como teoría y método de enseñanza \(redalyc.org\)](#)

Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal Morphology*, 35(1), 227-232.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

Ovalle, S. A., & Vásquez, J. N. (2020). Realidad aumentada, una herramienta para la motivación en el aprendizaje de la Geometría. *Revista Conrado*, 16(75), 56-60. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442020000400056&lng=es&tlng=es.

Poveda, E. (2020). Resolución de problemas matemáticos en GeoGebra. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, 9(1), 26-42.

<http://dx.doi.org/10.23925/2237-9657.2020.v9i1p26-42>

Programa de Estado de la Nación (2019). *Sétimo informe del Estado de la Educación*. Costa Rica: autor.

<https://estadonacion.or.cr/?informes=informe-estado-de-la-educacion-2019>

Programa de Estado de la Nación (2025). *Décimo informe del Estado de la Educación*. Costa Rica: autor.

https://estadonacion.or.cr/wp-content/uploads/2025/08/PEN_Decimo_Informe_estado_educacion_IEE_2025.pdf

Rojas, C., & Sierra, T. (2017). *Análisis del currículo y de manuales escolares para el caso de los conocimientos espaciales y geométricos en la educación secundaria obligatoria*. Comunicación presentada al XXI Simposio de la Sociedad de Investigación en Educación Matemática, Zaragoza, España.

- Romero-Abrio, A., & Hurtado, S. (2017). ¿ Hacia dónde va el rol del docente en el siglo XXI? Estudio comparativo de casos reales basados en las teorías constructivista y conectivista. *Hekademos: revista educativa digital*, (22), 84-92. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6280736>
- Rubio, E. (2009). Nuevo “rol” y paradigmas del Aprendizaje, en una Sociedad Global en RED y Compleja: la Era del Conocimiento y el Aprendizaje. *Arbor*, 185(Extra), 41–62. <https://doi.org/10.3989/arbor.2009.extran1205>
- Sáez, M. R. (2019). La educación constructivista en la era digital. *Revista tecnología, ciencia y educación*, 111-127.
- Sahin, S., & Akyuz, D. (2018). Prácticas matemáticas de estudiantes de octavo grado sobre formas 3D en un entorno de aula basado en la argumentación, la tecnología y el diseño. *Revista Internacional de Educación Científica y Matemática*, 21. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10028-x>
- Sazo, A. H. C., & Reyes, D. E. M.(2022). *La Utilidad de la Enseñanza y el Aprendizaje de la Matemática en la Educación de Jóvenes y Adultos en el Siglo XXI. Estudio de Casos en Centros Educativos de la Región Metropolitana en Chile*. [Tesis de Doctorado, Universidad Arcis]. <https://www.felap.cl/wp-content/uploads/2025/01/Dr-Educacion-y-Cultura-Coba-Apolo.pdf>
- Tena, È., & Couso, D. (2023). ¿ Cómo sé que mi secuencia didáctica es de calidad? Propuesta de un marco de evaluación desde la perspectiva de Investigación Basada en Diseño. <https://rodin.uca.es/handle/10498/28438>
- Valdez, J. (2012). Teorías educativas y su relación con las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC). *Trabajo presentado en el XVII Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática de la Universidad Nacional Autónoma, México*. <https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/88d9d6779a5aab4815e05f82a90a4c7d.pdf>
- Vásquez, E. M. (2018). *Rutas de Aprendizaje y Estrategias Lúdicas en la Enseñanza del Área de Matemáticas en Educación Primaria*. [Tesis] <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28217>