



ISFODOSU

INSTITUTO SUPERIOR DE FORMACIÓN DOCENTE SALOMÉ UREÑA

Vicerrectoría de Investigación y Postgrado

Dirección de Investigación

Proyectos de Innovación Docente

Recinto:	Félix Evaristo Mejía - FEM
Nombre/s completo/s participante/s:	1. Rafael Pastor Martínez Vargas
	2.
	3.
Email/s:	1. Rafael.martinez@isfodosu.edu.do
	2.
	3.
Nombre del PID:	GeoGebra RA una herramienta en la resolución de problemas que involucre el desarrollo espacial y geométrico para estudiantes la licenciatura en Matemática orientado a la educación secundaria FEM.
Línea de actuación:	Elaboración de recursos de aprendizaje <i>En caso de haber escogido otra, especifique.</i>
Código	PID-23-INNV003. GEOGEBRA

Memoria Final de Resultados

GeoGebra RA una herramienta en la resolución de problemas que involucre el desarrollo espacial y geométrico para estudiantes la licenciatura en Matemática orientado a la educación secundaria FEM.

GeoGebra AR: A tool for solving problems involving spatial and geometric development for undergraduate Mathematics students oriented towards secondary education at FEM.

Resumen:

El Proyecto de Innovación Docente (PID) 2022-2023 "GeoGebra RA: una herramienta en la resolución de problemas que involucre el desarrollo espacial y geométrico para estudiantes de la licenciatura en Matemáticas orientado a la educación secundaria FEM", liderado por Rafael Pastor Martínez Vargas, se implementó en la asignatura Análisis Matemático II. Aborda la necesidad de integrar herramientas tecnológicas en el aprendizaje matemático, específicamente usando GeoGebra en Realidad Aumentada (RA) para construir sólidos de revolución. El estudio, de enfoque cuantitativo y exploratorio-descriptivo, utilizó cuestionarios validados por expertos para evaluar la percepción de los estudiantes antes y después de la intervención. Los resultados mostraron un aumento en la motivación y comprensión de conceptos abstractos gracias a la RA, con el 92.3% de los estudiantes valorando positivamente su utilidad. La metodología incluyó intervenciones presenciales y uso de

Abstract:

The 2022-2023 Teaching Innovation Project (PID) titled "GeoGebra AR: A Tool for Problem Solving Involving Spatial and Geometric Development for Mathematics Undergraduates Oriented Towards Secondary Education at FEM," led by Rafael Pastor Martinez Vargas, was implemented in the course Mathematical Analysis II. This project addresses the need to integrate technological tools in mathematics learning, specifically using GeoGebra in Augmented Reality (AR) to construct solids of revolution. The study, with a quantitative and exploratory-descriptive approach, used expert-validated questionnaires to assess students' perceptions before and after the intervention. The results showed an increase in motivation and understanding of abstract concepts due to AR, with 92.3% of the students valuing its usefulness positively. The methodology included in-person interventions and the use of SPSS for statistical analysis, achieving a Cronbach's Alpha of .89, indicating good reliability of the diagnostic questionnaire.

Palabras clave:

GeoGebra; Realidad Aumentada; Matemáticas; Educación Secundaria; Innovación.

I. INTRODUCCIÓN:

El avance tecnológico ha transformado significativamente diversos ámbitos de la vida, incluyendo la educación. En este contexto, la incorporación de herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza y aprendizaje se ha vuelto esencial para desarrollar competencias acordes a las exigencias del siglo XXI. Una de las tecnologías emergentes con mayor potencial educativo es la Realidad Aumentada (RA), la cual ofrece oportunidades para mejorar la comprensión de conceptos abstractos mediante la visualización interactiva.

El Proyecto de Innovación Docente (PID) 2022-2023 titulado "GeoGebra RA: una herramienta en la resolución de problemas que involucre el desarrollo espacial y geométrico para estudiantes de la licenciatura en Matemáticas orientado a la educación secundaria FEM", liderado por Rafael Pastor Martinez Vargas, surge en este contexto. Este proyecto fue implementado en la asignatura Análisis Matemático II, y su principal objetivo es explorar y evaluar el impacto del uso de GeoGebra en Realidad Aumentada como una herramienta educativa para la construcción y comprensión de sólidos de revolución.

II. HERRAMIENTAS, RECURSOS UTILIZADOS Y METODOLOGÍA APLICADA.

Herramientas y Recursos Utilizados

1. GeoGebra en Realidad Aumentada (GeoGebra RA):

- **Finalidad:** GeoGebra es una herramienta interactiva que combina geometría, álgebra y cálculo. En su versión de Realidad Aumentada (RA), permite a los estudiantes visualizar y manipular modelos tridimensionales en un entorno real. Esto facilita la comprensión de conceptos complejos como los sólidos de revolución, al hacerlos más accesibles y tangibles.
- **Uso:** Los estudiantes utilizaron GeoGebra RA para construir y explorar sólidos de revolución durante las sesiones de clase, integrando esta tecnología en sus prácticas diarias de aprendizaje.

2. Cuestionarios Validados:

- **Finalidad:** Recoger datos sobre las percepciones de los estudiantes respecto al uso de GeoGebra RA antes y después de la intervención.

- **Uso:** Se aplicaron cuestionarios al inicio y al final del proyecto para evaluar cambios en la motivación, comprensión y actitud hacia la matemática y el uso de tecnologías innovadoras.
3. **Software SPSS:**
 - **Finalidad:** Analizar estadísticamente los datos recogidos a través de los cuestionarios.
 - **Uso:** Se utilizó SPSS para realizar análisis descriptivos y de fiabilidad, incluyendo el cálculo del Alpha de Cronbach, para garantizar la validez y confiabilidad de los cuestionarios empleados.
 4. **Material Didáctico:**
 - **Finalidad:** Proveer a los estudiantes de guías y materiales de apoyo que complementaran el uso de GeoGebra RA.
 - **Uso:** Se desarrollaron y distribuyeron materiales didácticos que incluían instrucciones detalladas sobre el uso de GeoGebra RA, ejemplos de aplicación y ejercicios prácticos.

Metodología Aplicada

1. **Diagnóstico Inicial:**
 - **Acción:** Se aplicó un cuestionario inicial para evaluar el conocimiento previo y las percepciones de los estudiantes sobre el uso de herramientas tecnológicas en la enseñanza de la geometría.
 - **Propósito:** Obtener una línea base sobre el nivel de familiaridad y actitud de los estudiantes hacia GeoGebra y su potencial en la resolución de problemas geométricos.
2. **Intervención Educativa:**
 - **Acción:** Durante el segundo y tercer cuatrimestre de 2023, se realizaron sesiones presenciales en las que se integró GeoGebra RA en las actividades de enseñanza de la asignatura Análisis Matemático II.
 - **Propósito:** Facilitar la construcción y comprensión de sólidos de revolución a través de la manipulación interactiva de modelos tridimensionales en un entorno real.
3. **Desarrollo de Actividades Prácticas:**
 - **Acción:** Los estudiantes realizaron actividades prácticas utilizando GeoGebra RA, enfocadas en la construcción y análisis de sólidos de revolución.
 - **Propósito:** Fomentar un aprendizaje activo y práctico, permitiendo a los estudiantes aplicar conceptos teóricos en un contexto interactivo y visualmente enriquecedor.
4. **Evaluación y Análisis de Datos:**
 - **Acción:** Al finalizar la intervención, se aplicó un cuestionario final para evaluar la percepción de los estudiantes sobre la utilidad y efectividad de GeoGebra RA en su aprendizaje.
 - **Propósito:** Analizar los datos recogidos utilizando SPSS para identificar cambios significativos en la motivación, comprensión y actitud de los estudiantes. Se calcularon estadísticas descriptivas y se evaluó la confiabilidad del cuestionario mediante el Alpha de Cronbach, obteniendo un valor de .89.
5. **Reflexión y Retroalimentación:**
 - **Acción:** Se llevaron a cabo sesiones de reflexión y discusión en las que los estudiantes compartieron sus experiencias y sugerencias sobre el uso de GeoGebra RA.
 - **Propósito:** Obtener retroalimentación directa para mejorar futuras implementaciones del proyecto y ajustar las metodologías según las necesidades y preferencias de los estudiantes.

III. RESULTADOS OBTENIDOS, CON VALORACIÓN Y META-EVALUACIÓN DE ESTOS (puntos fuertes y débiles, obstáculos encontrados, estrategias de resolución y propuestas de mejora. Máximo 500 palabras).

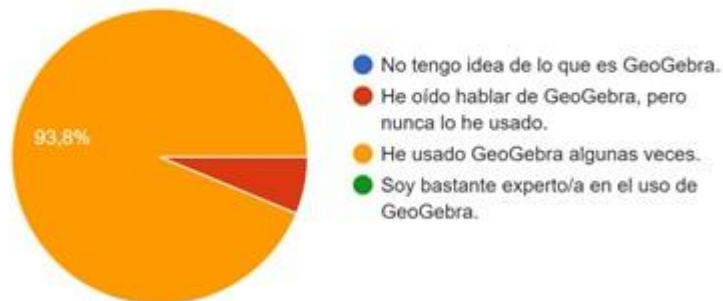
Resultados Obtenidos

Los resultados de la prueba diagnóstica se presentan en la figura 1, en donde se observa lo siguiente: el 93.8% de los discentes contesta que ha usado GeoGebra algunas veces, el 68.8% opina que ha dedicado muy poco tiempo a explorar las funciones y características GeoGebra y, el 58.3% de los estudiantes afirma que están dispuestos a invertir tiempo en aprender a utilizar GeoGebra y la realidad aumentada para mejorar sus habilidades matemáticas

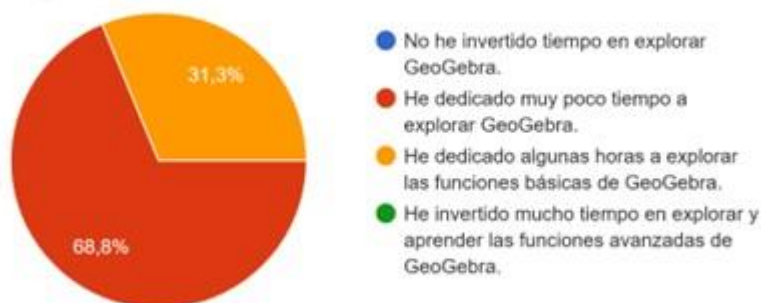
Figura 1.

Respuestas de los discentes del diagnóstico.

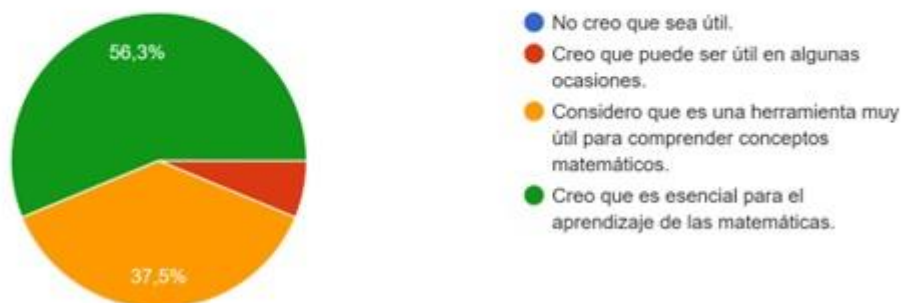
¿Qué nivel de familiaridad tienes con GeoGebra?



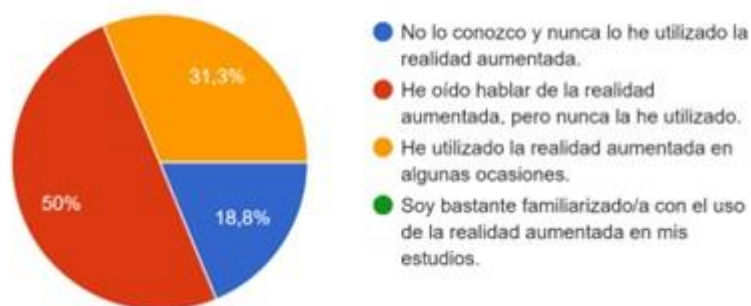
¿Cuánto tiempo has dedicado a explorar las funciones y características de GeoGebra?



¿Estás dispuesto/a a invertir tiempo en aprender a utilizar GeoGebra y la realidad aumentada para mejorar tus habilidades matemáticas?



¿Has utilizado alguna vez la realidad aumentada en tus estudios?



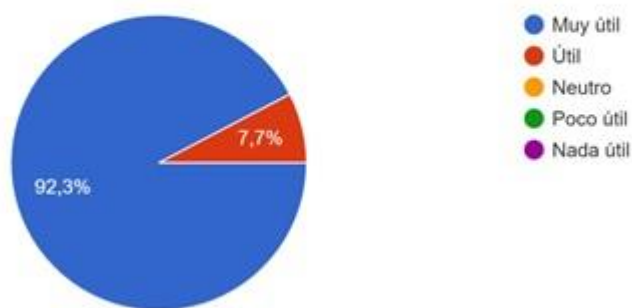
Nota: Elaborado por el investigador a partir de los resultados de la prueba diagnóstica.

Por otra parte, luego de las intervenciones áulicas, se les aplicó a los estudiantes un cuestionario de 9 preguntas tipo mixto sobre sus opiniones del uso de GeoGebra RA en el aprendizaje de sólidos de revolución. Parte de lo recabado es ilustrado en la figura 2, en donde la totalidad de los estudiantes considera que las actividades de GeoGebra con realidad aumentada realizadas en las clases les ayudaron a entender la construcción de los sólidos de revolución, el 92.3% opina que la realidad aumentada puede ser una herramienta útil para el aprendizaje de matemáticas. 84.6% piensa que las ventajas de la realidad aumentada en comparación con métodos de aprendizaje más tradicionales son: mayor interactividad y participación del estudiante y estimula, y un 79% piensa que la realidad aumentada apoya en la comprensión de conceptos abstractos la curiosidad y el interés por la materia. Además, los estudiantes consideran que la Realidad aumentada nos permite ver elementos virtuales interactivos del mundo real que nos rodea y permite que se aprecien objetos desde otro ámbito y se analicen sus propiedades, consideran que es una metodología muy útil para la enseñanza de las matemáticas incluso por ser algo diferente puede servir para despertar el interés y la curiosidad en los estudiantes (hasta al que no le gusta la matemática) con la ayuda de los recursos dados por el docente.

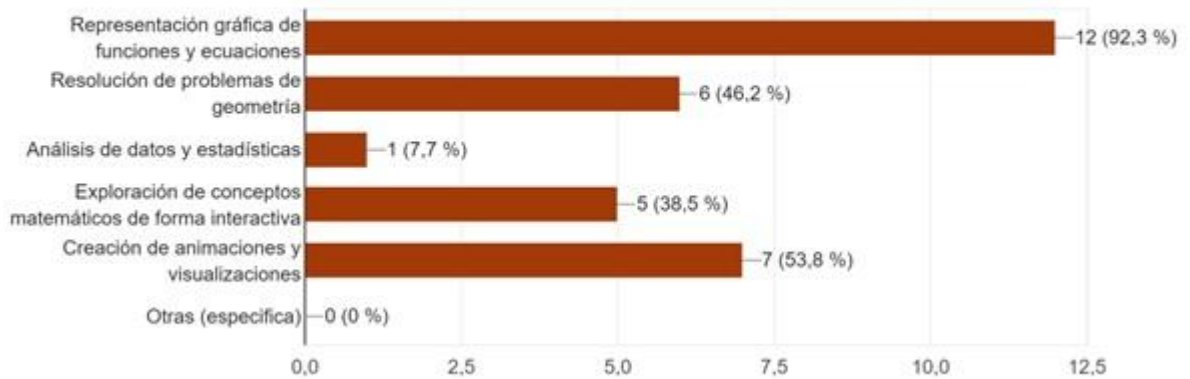
Figura 2.

Respuestas de los discentes del cuestionario final.

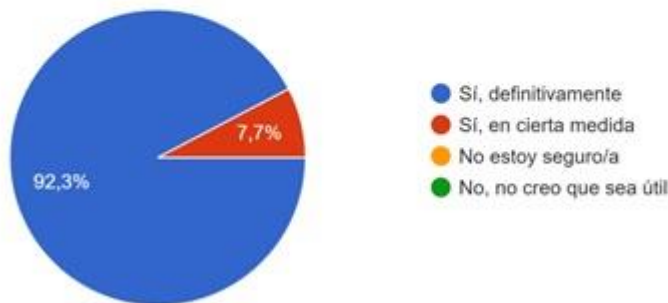
¿Qué tan útil crees que es GeoGebra como herramienta de aprendizaje en matemáticas o ciencias?



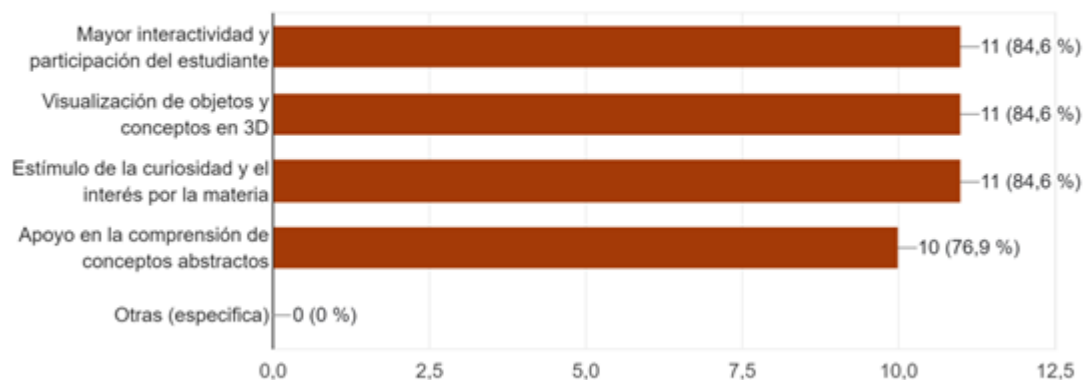
¿Qué aspectos destacarías sobre GeoGebra que te resulten más beneficiosos para tu aprendizaje? (Puedes seleccionar más de una opción)



¿Crees que la realidad aumentada puede ser una herramienta útil para el aprendizaje de matemáticas o ciencias?



¿Qué ventajas crees que tiene la realidad aumentada en comparación con métodos de aprendizaje más tradicionales? (Puedes seleccionar más de una opción)



Nota: Elaboración propia a partir de los resultados del cuestionario final.

Valoración y Metaevaluación

Puntos Fuertes:

- **Interactividad y Visualización:** La capacidad de manipular objetos tridimensionales en un entorno real mejoró significativamente la comprensión y retención de conceptos geométricos.

- **Motivación Aumentada:** La novedad y la interactividad de GeoGebra RA capturaron el interés de los estudiantes, promoviendo un ambiente de aprendizaje más dinámico.
- **Validación y Confiabilidad de Instrumentos:** Los cuestionarios utilizados fueron validados y mostraron una alta confiabilidad (Alpha de Cronbach de .89), lo que garantiza la solidez de los datos recogidos.

Puntos Débiles:

- **Disponibilidad de Recursos:** La implementación efectiva de GeoGebra RA requiere dispositivos compatibles y una infraestructura tecnológica adecuada, lo cual puede no estar siempre disponible en todos los contextos educativos.

Obstáculos Encontrados:

- **Problemas Técnicos:** Hubo desafíos técnicos relacionados con la integración de GeoGebra RA en dispositivos móviles, incluyendo problemas de compatibilidad y estabilidad del software.

Estrategias de Resolución:

- **Capacitación Adicional:** Se ofrecieron sesiones de capacitación adicionales para estudiantes, facilitando la transición y el uso efectivo de GeoGebra RA.

IV. CONCLUSIONES Y POSIBILIDADES DE GENERALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.

Conclusiones

Esta investigación de tipo exploratorio-descriptivo, arroja datos valiosos sobre las opiniones de los estudiantes acerca del uso de GeoGebra RA el aprendizaje de la asignatura Análisis Matemático II. De acuerdo con lo recabado por medio del diagnóstico y el cuestionario de opiniones, se constata alta motivación y participación. Además, los estudiantes valoraron positivamente los elementos de GeoGebra para afrontar las situaciones problemáticas lo cual concuerda con lo encontrado por autores como: León, (2021), Casado. (2019) y Sombra del Río, L. (2019).

Se observó la disposición de los estudiantes por conocer algo que para ellos es novedoso. Por lo tanto, fue aprovechado la temática de la asignatura Análisis Matemático II, en donde hay que realizar análisis, cálculos e ilustraciones, para implementar el uso de GeoGebra en sus procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, en particular el uso de GeoGebra RA en la construcción de sólido de revolución.

Cuando a los estudiantes en el diagnóstico se les hace la pregunta: ¿Has utilizado alguna vez la realidad aumentada en tus estudios?, se observa que el 50% respondió de la siguiente manera: nunca la he utilizado, lo cual se puede contrastar con las afirmaciones dadas por estos, después de la intervención, cuando la mayoría aseguran a realidad aumentada puede ser una herramienta útil para el aprendizaje de matemáticas.

Asimismo, los estudiantes expresaron que los elementos de GeoGebra RA son muy útiles para abordar la asignatura Análisis Matemático, y que además se sienten capaces de diseñar actividades que involucren el uso de GeoGebra en sus futuras clases de matemáticas.

Posibilidades de Generalización de la Experiencia

La experiencia adquirida a través de este proyecto tiene un alto potencial de generalización a otros contextos educativos. Las siguientes posibilidades destacan:

1. **Extensión a Otras Asignaturas y Niveles Educativos:**
 - GeoGebra RA puede ser aplicada en diversas áreas de las matemáticas y ciencias, así como en otros niveles educativos, desde la educación secundaria hasta la universitaria, para mejorar la comprensión de conceptos complejos.
2. **Capacitación y Desarrollo Profesional:**

- Capacitar a docentes en el uso de herramientas tecnológicas como GeoGebra RA puede fomentar la adopción generalizada de estas tecnologías, mejorando la calidad de la enseñanza y el aprendizaje.

3. Adaptación a Diferentes Contextos:

- La metodología y los recursos desarrollados pueden adaptarse a diferentes contextos educativos, tanto en instituciones con altos recursos tecnológicos como en aquellas con limitaciones, siempre que se cuente con una planificación adecuada y apoyo técnico.

4. Investigaciones Futuras:

- Se pueden realizar estudios adicionales para explorar el impacto de GeoGebra RA en otras áreas del currículo y en diferentes grupos demográficos, generando datos que respalden su efectividad y proporcionando información para mejorar su implementación.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Abásolo Guerrero, M. J., Sanz, C. V., Naiouf, M., De Giusti, A. E., Santos, G., Castro, M. L., & Bouciguez, M. J. (2017). Realidad aumentada, realidad virtual e interacción tangible para la educación. In *XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2017, ITBA, Buenos Aires)*.

Alonso, R. (2017). Crónica del Seminario: experiencias de aula con GeoGebra. *Entorno Abierto*, 19, 4-6.

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*. Recuperado de <http://bit.ly/2hpZokY>.

Buitrago-Pulido, Rubén Darío. (2015). Incidencia de la realidad aumentada sobre el estilo cognitivo: caso para el estudio de las matemáticas. *Educación y Educadores*, 18(1), 27-41. <https://doi.org/10.5294/edu.2015.18.1.2>

Casado, J. L. M. (2019). Realidad aumentada con GeoGebra. *Suma: Revista sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas*, (91), 73-80.

Chavarro-Bermeo, L., & Penagos-Ríos, D. L. (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.

Cotic, N. S. (2014). GeoGebra como puente para aprender matemáticas. <https://www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactei/1179>. Pdf.

García, R. (2018). Desenho e construção de um instrumento de avaliação da competência matemática: aplicabilidade prática de um julgamento de especialistas. *Ensaio:*

Giubergia, M. F., Socolovsky, S. G., & Ré, M. Á. (2017). Incorporación de TICs a las clases de Análisis Matemático. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (19), 16-23.

Hernández-Nieto, R. (2002). *Instrumentos de Recolección de Datos en Ciencias Sociales y Ciencias Biomédicas*. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes.
https://www.academia.edu/37886946/Instrumentos_de_recoleccion_de_datos_en_ciencias_sociales_y_ciencias_biomedicas_Rafael_Hernandez_Nieto_pdf

León, N. (2021). Realidad aumentada como recurso didáctico para el aprendizaje significativo de la geometría espacial. *Universidad de Cartagena. TGF_Nidia Leon. pdf (unicartagena.edu.co)*.

Morales, E. Á., Bellezza, A., & Caggiano, V. (2016). REALIDAD AUMENTADA: INNOVACIÓN EN EDUCACIÓN. *Didasc@lia: didáctica y educación*, 7(1), 195–212. <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalía/article/view/466>

Prendes Espinosa, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 187-203.

Ruíz, H. M., Ávila, P. E., & Villa, J. A. (2013). USO DE GEOGEBRA COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA.

Sombra del Río, L. (2019). Los mil y un aportes de GeoGebra al estudio de la Geometría Tridimensional. *Épsilon*.

Telefónica, F. (2011). *Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo*. Fundación Telefónica.