

# Realidad aumentada como estrategia pedagógica en la modelación de figuras geométricas

## Augmented reality as a pedagogical strategy on geometric figures modeling

 Fabián B. Méndez;  Diana M. Pachón Franco;  Gil Lorduy Castro;  
 Derly R. Aldana Ahumada;  Milena P. Maiguel;  Lina M. Mejía-Páez

bersgneider@tecnicodamasozapata.edu.co; dianamilenapachon@gmail.com; gil.lorduy@mail.udes.edu.co;  
derly.aldana@mail.udes.edu.co; milena.maiguel@mail.udes.edu.co; lina.mejia@mail.udes.edu.co

I. E. Técnico Dámaso Zapata; Universidad de Santander, Colombia



Recibido: 25 de febrero de 2022

Aprobado: 30 de junio de 2022

eISSN: 2145-8537

<https://doi.org/10.18273/revdu.v23n1-2022004>

**Resumen:** el presente estudio evaluó los efectos del uso de herramientas digitales basadas en una aplicación de realidad aumentada, denominada Geometría RA, en estudiantes de séptimo grado de la sede C de la Institución Educativa Técnico Dámaso Zapata. Adicionalmente, se buscó justificar una estrategia pedagógica que coadyuve en el razonamiento e interpretación de situaciones problema basadas en la modelación de figuras tridimensionales asistida por realidad aumentada (RA). Es así que se aplicó el estudio en dos grupos: uno experimental y uno de control, en donde el primero de ellos usó una aplicación de RA en sus dispositivos electrónicos, mientras que el grupo de control fue expuesto a una enseñanza tradicional. Al inicio y final del experimento, ambos grupos fueron evaluados a través de una prueba escrita consistente en un Pre Test-Post Test y una encuesta que validaron la implementación de la propuesta. Los resultados sugieren que el uso de la realidad aumentada en los procesos de enseñanza-aprendizaje tiene efectos en el fortalecimiento de las competencias interpretativas, especialmente en aspectos de reconocimiento de elementos ocultos como las líneas notables en sólidos de revolución, especialmente en el cálculo de sus áreas y volúmenes. Lo anterior redundó en un mejor razonamiento de situaciones problema en geometría, el mejoramiento de los procesos de análisis y la incidencia de ella en el cambio de actitud hacia nuevas técnicas de aprendizaje.

**Palabras clave:** realidad aumentada; geometría; enseñanza-aprendizaje; educación tecnológica; modelación de figuras en 3D.

**Abstract:** this study is intended to evaluate the effects of the use of digital tools toward an augmented reality application called Geometry RA, on seventh graders from Técnico Dámaso Zapata High School. In addition, it seeks to justify a pedagogical strategy that helps in the reasoning and interpretation of problem situations based on the modeling of three-dimensional figures. Thus, the study was applied in two groups: one experimental and one control, where the first of them embraced the methodology consisting of the study and modeling of geometric figures in 3D, magnified by RA Geometry, while the group of control was exposed to a traditional teaching. At the beginning and end of the experiment, both groups were evaluated through a written test consisting of a Pre Test-Post Test and a survey that validated the implementation of the proposal. The results suggest that the use of augmented reality in the teaching-learning processes had effects on the strengthening of interpretive competences that led to a better reasoning of geometric problem situations, the improvement of the analysis processes and the incidence of it in the change of attitude towards new learning techniques.

**Keywords:** Augmented Reality; Geometry learning; Mathematical modeling; instructional strategies; problem solving.

**Forma de referenciar APA:** Méndez, F. B., Pachón, D. M., Lorduy, G., Aldana, D. R., Maiguel, M. P., y Mejía-Páez, L. M. (2022). Realidad aumentada como estrategia pedagógica en la modelación de figuras geométricas. *Revista Docencia Universitaria*, 23(1), 57-67. <https://doi.org/10.18273/revdu.v23n1-2022004>

## I. Introducción

Este documento contiene los resultados de una investigación desarrollada en el marco del macroproyecto “Uso y aprovechamiento de la realidad aumentada como mediación de estrategias educativas para el favorecimiento de procesos de enseñanza y aprendizaje”, el cual está anclado al programa de investigación “Aprendizaje inmersivo” del Centro de Educación Virtual UDES. Teniendo en cuenta, como lo refiere Yandún Cartagena *et al.* (2023), que “la realidad aumentada es un recurso tecnológico capaz de relacionarse en distintos ámbitos de la educación” (p. 71), se hace necesario tratar este tema con detalle desde el aula.

Es necesario, entonces, abordar un estilo de enseñanza-aprendizaje que ofrezca un contexto acorde con las vivencias, que despierte el interés de los estudiantes, pero sobre todo que tenga como base los recursos y herramientas digitales que ellos manejan, con el ánimo de aplicarlos en los procesos de interpretación y solución de situaciones problema a través de aplicaciones novedosas, atrayentes y prácticas. Por esta razón, la RA es una tecnología educativa valiosa para el aprendizaje (Peña-Acuña y Martínez-Sala, 2022)

La realidad aumentada, en palabras de Azuma (1997; 1999), se define como la tecnología en la cual los objetos virtuales se magnifican interactivamente en una imagen real. Milgram y Kishino (1994) resaltan el hecho de que la realidad aumentada trabaja sobre un ambiente activo e interactivo que se genera al adicionar datos virtuales sobre imágenes reales. Ello, en consecuencia, capta el interés del estudiante por el aprendizaje de asignaturas que, por tradición, han sido dispendiosas, verbigracia, las matemáticas y la geometría; pues una herramienta que magnifica los detalles que no son fácilmente visibles y que permite interactuar con figuras tridimensionales consigue que los temas presentados sean apropiados de manera correcta, especialmente, los componentes principales que generan sólidos de revolución y figuras tridimensionales básicas.

Esta propuesta, basada en un enfoque de investigación mixta, aborda dos bloques esenciales, a saber: incentivar y motivar al estudiante por el estudio de las matemáticas y la modelación de figuras tridimensionales a partir de la lectura de marcadores y el uso de una aplicación de realidad aumentada, lo cual deriva en la interpretación y razonamiento adecuado en la resolución de situaciones problemas de geometría. Es así que “la integración de los recursos, mediante un adecuado acompañamiento influye en la forma de percibir la enseñanza” (Gaona, 2018). Se espera, además, que esta alternativa metodológica genere un impacto positivo en los procesos metacognitivos y, por ende, en los resultados académicos, ya bastante bajos en la asignatura que se referencia en este acápite, y porque no, como lo refiere Hernan *et al.* (como se citó en Barrios-Soto y Delgado-González, 2021), “que estos recursos tecnológicos sean interesantes, divertidos, fáciles y concretos”.

En este orden de ideas, son claras las pretensiones primigenias de este proyecto. Como lo refieren Pimentel Elbert *et al.* (2023) “la realidad aumentada puede mejorar la relación entre los humanos y el mundo virtual, por cuanto el uso de los ordenadores es importante en la mayoría de las actividades cotidianas” (p. 80). No obstante, se hace necesario considerar factores exógenos que podrían interferir en el desarrollo ideal de la propuesta, entre ellos, el inventario insuficiente de dispositivos electrónicos con las características ideales para el funcionamiento de una aplicación de realidad aumentada y los encuentros virtuales con los estudiantes en donde la conectividad es inestable. Para subsanar las limitaciones descritas, se accede al inventario de equipos de cómputo, *tablets* y dispositivos móviles; la disponibilidad de las salas de informática, y el consentimiento de los padres de familia para facilitar encuentros en la institución educativa donde se llevará a cabo la propuesta.

Por último, la presente investigación está distribuida en cuatro capítulos fundamentales, descritos de la siguiente manera: en el primero, se plantea y describe el problema, en donde se aborda un eje principal: el alto índice de mortalidad académica en el área de matemáticas aunado a los factores asociados que inciden en él; se detallan los antecedentes principales, el contexto y los objetivos. El segundo capítulo describe el estado del arte y marco referencial, las tendencias en cuanto a la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas a nivel nacional e internacional; posteriormente, se adecúa un marco teórico con base en las variables y categorías que rigen la presente investigación. El tercer capítulo esboza los aspectos metodológicos, los presupuestos hipotéticos, la población y muestra, los instrumentos que se utilizarán para la recolección de información, la tabulación y el análisis de resultados. Finalmente, el cuarto capítulo da paso a las consideraciones éticas, las conclusiones y recomendaciones que susciten con motivo del presente escrito de investigación.

## 2. Metodología

El presente estudio adoptó un tipo de investigación mixta, ya que representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación que implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos (Hernández-Sampieri *et al.*, 2018). De esta manera, se puede abordar de manera amplia las respuestas que surjan ante la pregunta problematizadora que se planteó al inicio del presente informe. Aunado a lo anterior, los distractores y el desinterés mostrado por los estudiantes hacen que los juicios valorativos al final del proceso de aprendizaje no sean los esperados.

Así las cosas, se decide hacer la casuística con base en las características presentadas por los estudiantes y las consideraciones inicialmente descritas. Se hace necesario implementar una metodología acorde a las necesidades y acciones de mejoramiento. Se establece entonces que la investigación es de enfoque integrado multimodal (Hernández Sampieri *et al.*, 2006), pues recolecta, analiza y vincula datos cualitativos y cuantitativos, que, por las cualidades expresadas por el mismo autor que cita a Grinelli (1997), surten etapas como la observación y evaluación de fenómenos, planteamiento de hipótesis derivadas de la observación, la corroboración de resultados y la generación de nuevos planteamientos a partir de las deducciones hechas. Posteriormente, se inicia un proceso de recolección de datos con el ánimo de dar respuesta a la pregunta problematizadora; además, producto del desinterés y la inadecuada interpretación de situaciones problema en la asignatura de matemáticas, en conjunto con las cifras de mortalidad académica y deserción escolar, esta investigación adquiere matices y cualidades que la encajan en este enfoque investigativo. Es preciso recalcar que la aplicación de pruebas que buscan medir aspectos cualitativos y presentar resultados de manera cuantitativa, como lo advierten Hernández Sampieri *et al.* (2006), define la identidad de esta investigación.

Este trabajo de investigación se aplicó a una población de cincuenta y dos estudiantes del grado séptimo de la sede C de la Institución Educativa Técnico Dámaso Zapata; institución de carácter oficial y coeducativa, de la ciudad de Bucaramanga. De esta población se tomó una muestra de cuarenta y dos estudiantes, la cual se describe en la tabla 1. Los criterios de selección de la muestra obedecen al número de dispositivos móviles que poseen los estudiantes y los equipos de cómputo habilitados en la sala de informática de la institución. Adicional a ello, se tomó un grupo experimental y uno de control descritos en la tabla 2.

**Tabla 1***Distribución de la muestra por género y grupo*

Población	Estudiantes
Grado séptimo 1	22
Grado séptimo 2	20
Total	42

Nota. Elaboración propia.

**Grupos experimentales y de control.** Una vez conformados el total de los grupos de estudiantes de la asignatura de geometría del grado séptimo, se discriminaron a los estudiantes con capacidades excepcionales en esta asignatura. Para los grupos de control, las clases se llevaron a cabo empleando recursos y estrategias como clases comunitarias, calendario matemático, laboratorios, plataforma institucional, textos, tablero, *software* especializado del aula STEAM y otras. Los grupos experimentales basaron su experiencia en la utilización de herramientas digitales, integradas con una aplicación de realidad aumentada (Geometría RA) que facilitaba la identificación de las líneas y los planos notables en los sólidos de revolución que se planteaban en las diferentes situaciones problema y casuística contextual. Se pudo determinar que el uso de la herramienta mencionada aumentó el interés de los estudiantes participantes, toda vez que se magnificaban detalles que difícilmente se observaban en una guía de trabajo, pues la aplicación permitía la visualización magnificada de elementos imperceptibles a simple vista o en planos bidimensionales. Cabe resaltar que esta herramienta no es óbice que prescriba las estrategias convencionales y las sugeridas por el paradigma pedagógico institucional, al contrario, fortalece las estrategias y la didáctica aplicada.

En cuanto a la verificación de variables cualitativas, se tuvo en cuenta la observación a través de la encuesta en grupos de control y experimentales, puesto que de esta manera se obtuvieron datos enfocados en el aspecto sociológico y a su vez se midieron las interacciones intragrupalas (Casas Angarita *et al.*, 2003). Se incluyeron los grupos de redes sociales como WhatsApp y Facebook, de tipo cualitativo a través de un muestreo simple.

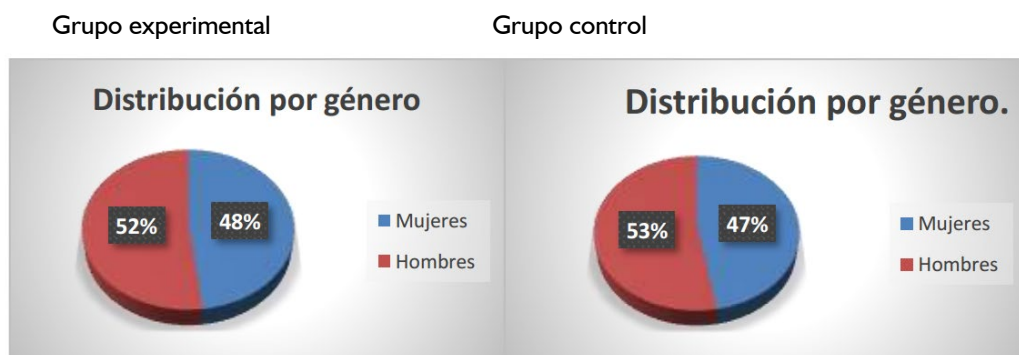
**Tabla 2***Distribución de grupos experimentales*

Grado	Número de estudiantes	
	Grupo experimental	Grupo de control
Séptimo 1	15	7
Séptimo 2	10	10
TOTAL	25	17

Nota. Elaboración propia.

En los grupos experimentales se contó con la participación de doce mujeres y trece hombres. Para los grupos de control, la participación fue de ocho mujeres y nueve hombres, como se aprecia en la figura 1.

**Figura 1**  
Distribución de la muestra



Nota. Elaboración propia.

Como instrumento de recolección de datos, se utilizó en un primer paso la información de cada participante: el grado de los estudiantes, su edad, sus condiciones socioeconómicas y la disponibilidad de equipos de cómputo en sus hogares. Posteriormente, se hizo una contextualización de la prueba, se indicó el calendario y las fechas de la prueba; dentro de estas instrucciones se indicó el tiempo del cual disponen para la presentación de la encuesta al término de la resolución del pretest.

Adicional a lo anterior, se planteó un conjunto de preguntas o ítems de un pretest sobre problemas determinados, que constituían en sí el objeto de la investigación, y cuyas respuestas fueron contestadas por escrito. Las preguntas fueron formuladas atendiendo a la problemática estudiada, a las variables objeto de estudio, a los objetivos de la investigación, al marco teórico asumido en la investigación y a los preconceptos y los conocimientos básicos de geometría. Dichos resultados se analizaron a través de un análisis de varianza (ANOVA) con el ánimo de determinar diferencias significativas en verificaciones medias posteriores.

Por otro lado, se aplicó un cuestionario o entrevista de diez preguntas con el objetivo de obtener información sobre la satisfacción de los estudiantes con los procesos metodológicos hasta ahora implementados en la práctica docente, concisamente en la enseñanza de la geometría y los cambios que pueden llegar a suscitarse al implementar realidad aumentada, el grado de conformidad y desempeño en la asignatura de geometría y el razonamiento matemático. Esta prueba busca justificar el uso de la realidad aumentada en el mejoramiento de competencias interpretativas y la modelación de figuras tridimensionales, para lo cual se seleccionaron las preguntas en relación a la práctica docente y su influencia en los estudiantes.

Para la medición de estas variables, se aplicó la escala de Likert como herramienta de verificación de opiniones y actitudes del grupo sujeto de la investigación, pues ella hace referencia al fenómeno que está siendo investigado, así como a los indicadores conducentes planteados en la categorización de las variables.

### 3. Resultados

El objetivo primordial del proyecto de investigación aplicado fue medir la incidencia de la realidad aumentada en el razonamiento de situaciones problema en la asignatura de geometría. Adicional a lo anterior, se pretendía determinar el grado de comprensión de estos alumnos sobre la geometría y establecer la incidencia que tiene la herramienta digital en la motivación por el aprendizaje como hecho subsidiario.

Por esto, se usó un programa de realidad aumentada, denominado Geometría RA; una herramienta que busca facilitar la identificación de elementos básicos de las figuras geométricas a partir de modelos sugeridos, en un grupo de cuarenta y dos estudiantes del grado séptimo, con un rango de edades entre doce y quince años, que posteriormente fueron evaluados con una prueba pre- y postest, con el ánimo de determinar los resultados en torno al aprendizaje de la geometría, tanto del grupo control como del experimental.

La comparación de los resultados de ambos grupos se centra en la relación con las variables cuantitativas discretas que se plantearon en el presente estudio, a saber: la realidad aumentada como mediación y el desempeño académico que involucra el razonamiento y los modelos de solución aplicados a las situaciones problema. La clasificación y diferenciación de figuras geométricas y el cálculo de áreas y volúmenes a partir de un modelo básico son aspectos determinantes o criterios de evaluación empleados en la prueba aplicada.

Al hacer un análisis de los resultados tabulados, se encuentra que hay diferencias significativas entre los grupos experimental y de control. El grupo experimental, una vez instalada la aplicación de realidad aumentada, comenzó a interactuar con ella, esto es, utilizando marcadores y código de respuesta rápida que permiten la magnificación de los detalles de la figura. Lo anterior permitió corroborar las mediciones hechas en los marcadores y tener una aproximación del valor real que se despliega utilizando los valores de una fórmula establecida. El uso continuo de esta aplicación de realidad aumentada facilitó la identificación de partes fundantes de los sólidos que después se presentaron en una hoja de trabajo, especialmente en las verificaciones escritas donde los estudiantes obtuvieron alto desempeño. Adicionalmente, se pudo establecer que la motivación e interés por el aprendizaje es dable cuando se utilizan nuevas estrategias y herramientas del entorno, sin dejar a un lado el hecho de que se direcciona el uso de dispositivos móviles que muchas veces constituyen focos de desnormalización y distracción en clase.

Los resultados además sugieren que los temas explicados con la aplicación referenciada facilitan el razonamiento, aprendizaje y, en consecuencia, la superación de los indicadores de logro sugeridos. Se puede colegir que la encuesta es un método que permitió detectar los procesos dinámicos que se suscitan en el aprendizaje y razonamiento de la geometría.

La encuesta utilizó una escala valorativa porcentual, en donde se asignaron juicios en un rango de 1 a 4 (4 fue el máximo valor conseguido); no obstante, la gráfica que se presenta despliega resultados porcentuales.

**Tabla 3**

Comparativo Pre test-Post test del grupo experimental

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Pre T	56	64	25	48	8	20	20	20	7	13
Post T	75	68	35	60	41	71	53	41	41	35
RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza						
Pre T	10	177	17,7	250,233333						
Post T	10	815	81,5	158,5						
P1	2	156	78	968						
P2	2	103	51,5	1104,5						
P3	2	85	42,5	2812,5						
P4	2	100	50	1800						
P5	2	92	46	3528						
P6	2	104	52	2048						
P7	2	88	44	1152						
P8	2	108	54	4232						
P9	2	84	42	2888						
P10	2	72	36	1152						

Nota. Elaboración propia.

La anterior tabla muestra la variación del desempeño en datos porcentuales de asertividad en cada pregunta aplicada; para ello se tomaron datos obtenidos del pretest y del posttest. El grupo experimental mostró un mejoramiento extraordinario después de utilizar en clases de geometría la aplicación de realidad aumentada Geometría RA, a través de sus dispositivos digitales como *tablets* y celulares propios o de sus padres. En este sentido, “la tecnología utilizada de una manera eficiente en los procesos educativos, constituyen un medio asertivo de enseñanza” (Collazos Delgado et al., 2023). Se puede apreciar que el desempeño académico, desglosado en cada una de las preguntas (P) aplicada, y que corresponde a la variable de desempeño académico, presenta grandes modificaciones en la casilla de varianza.

Las preguntas evaluaban diferentes indicadores, tales como la interpretación de situaciones, modelación de figuras y la identificación de elementos básicos de los sólidos tridimensionales, los cuales fueron apropiados de forma satisfactoria.

**Tabla 4**  
*Análisis de varianza grupo experimental*

Análisis de varianza						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Grupo Experimental	20352,2	1	20352,2	137,43232	9,39126E-07	5,11735502
Desempeño	2345,8	9	260,6444444	1,7600540	0,206224138	3,17889310
Error	1332,8	9	148,0888889			
Total	24030,8	19				

*Nota.* Elaboración propia.

Para realizar el contraste ANOVA, se requirieron diez muestras independientes de la variable de interés, una variable de agrupación denominada “factor” y la clasificación de las observaciones de la variable “desempeño académico” en las distintas muestras. Los grupos cuyas medias difieren (a nivel de 0,05) son los que presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí. Así las cosas, la F o factor de la tabla de análisis de la varianza es bastante significativa y mayor a los valores críticos, lo cual permite colegir que el factor influye en la variable dependiente, es decir, en el desempeño académico.

**Tabla 5**  
*Comparativo Pre test- Post test del grupo de control*

Resumen	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Pre T	10	281	28,1	416,322222		
Pos T	10	520	52	239,111111		
P1	2	131	65,5	180,5		
P2	2	132	66	8		
P3	2	60	30	50		
P4	2	108	54	72		
P5	2	49	24,5	544,5		
P6	2	91	45,5	1300,5		
P7	2	73	36,5	544,5		
P8	2	61	30,5	220,5		
P9	2	48	24	578		
P10	2	48	24	242		

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Pregunta	2856,05	1	2856,05	29,062	0,0004	5,117
Desempeño	5014,45	9	557,161	5,669	0,008	3,178
Error	834,45	9	98,272			
Total	8754,95	19				

*Nota.* Elaboración propia.



En esta tabla, si bien hubo varianza en el grupo de control, el factor  $F$ , en comparación con los valores críticos, no es significativo, lo cual está dentro de los parámetros esperados para el grupo de control, quienes recibieron instrucción tradicional.

Al hacer un análisis de las cifras tabuladas, se encontraron diferencias significativas entre los grupos experimental y de control. El grupo experimental, quienes manipularon la aplicación de realidad aumentada, obtuvieron alto desempeño y gran acierto en verificaciones escritas, en donde el principal componente tomó asidero en la identificación de líneas y planos notables de los sólidos de revolución a la hora de calcular su área y volumen. Se puede colegir que no necesitaron una fórmula o ecuación primigenia que permitiera su aplicación, sino apropiación conceptual derivada de la manipulación de planos y líneas en el espacio a partir de un mecano magnificado aportado por la aplicación Geometría RA. Adicionalmente, se pudo establecer que la motivación e interés por el aprendizaje es doble cuando se utilizan nuevas estrategias y herramientas del entorno. Cabe resaltar que previamente se direccionó el uso de dispositivos móviles, ya que estos se estaban convirtiendo en focos de desnormalización y distracción en clase.

A su vez, se pudo determinar a partir de la variación del desempeño en datos porcentuales de asertividad en cada pregunta aplicada en el pretest y postest, que el grupo experimental muestra un mejoramiento extraordinario después de utilizar en clases de geometría la aplicación de realidad aumentada Geometría RA. Se pudo apreciar que el desempeño académico, desglosado en cada una de las preguntas  $P$  aplicada, y que corresponde a la variable de desempeño académico, presenta grandes modificaciones en la casilla de varianza. Lo anteriormente mencionado alude a lo que Soriano-Sánchez y Jiménez-Vázquez (2023) apuntan sobre la RA, la cual al ser una plataforma interactiva presenta una combinación de elementos virtuales y del mundo real.

En este mismo estudio se evidenció que, aproximadamente el 15 % de estudiantes del grupo experimental no presentó cambios significativos después de manipular la herramienta. Estos, a pesar de haber sido incluidos en el proceso de aprendizaje con la herramienta digital basada en aplicación de realidad aumentada, no alcanzaron la nota aprobatoria y continuaron con falencias en la identificación de objetos en el espacio y las partes relevantes de los sólidos de revolución y en la interpretación y resolución de ejercicios y problemas que involucran visualizaciones de elementos básicos de geometría, tales como realización de operaciones básicas, análisis de problemas, procesos que requieren aplicación de fórmulas y dificultad para analizar situaciones o formas en dos dimensiones (2D) y tres dimensiones (3D).

#### 4. Conclusiones

Es concluyente, entonces, que la aplicación de realidad aumentada facilita el aprendizaje de conceptos, para muchos estudiantes, abstractos, toda vez que no logran visualizar elementos básicos de geometría y, por ende, los sólidos de revolución desplegados a partir de planos geométricos. Las herramientas digitales dotadas con la aplicación de realidad aumentada (Geometría RA) magnifican líneas notables que son intangibles para el estudiante promedio y generan sorpresa e interés en aquellos que interactúan con dicha herramienta, independientemente de su estilo de aprendizaje predominante, acorde con lo propuesto por Schmeck (como se citó en Pérez-González *et al.*, 2003), quien expresa que las estrategias usadas por los estudiantes son independientes de la tarea de aprendizaje. Así pues, se colige que las estrategias de enseñanza mediadas por RA favorecen la aprehensión de conceptos, la interpretación de situaciones problema derivadas del análisis de elementos esenciales de figuras bidimensionales y tridimensionales en concurso con la motivación despertada por el uso de esta herramienta.

Finalmente, los beneficios que implica integrar herramientas digitales con aplicaciones de realidad aumentada son amplios, pues cuando se “proporciona experiencias inmersivas e interactivas, la realidad aumentada facilita la comprensión de conceptos complejos y estimula el interés y la motivación de los estudiantes” (Barroso, 2022). Por un lado, las prácticas pedagógicas se renuevan haciendo más ameno el lapso requerido en la impartición de la cátedra, lo cual fortalece el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por otro lado, la magnificación de los objetos y el detalle desplegado por la aplicación permite a quien interactúa construir un concepto más amplio de la formación de sólidos a partir de planos dados, en este caso suministrado por un marcado que también permite contrastar fórmulas establecidas para la resolución de situaciones problema en geometría.

## Referencias

- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>.
- Azuma, R. (1999). The challenge of making augmented reality work outdoors. En Y. Ohta y H. Tamura (ed.), *Mixed Reality: Merging Real and Virtual Worlds* (pp. 379-390). Springer.
- Barrios-Soto, L. M. y Delgado-González, M. (2021). Efectos de los recursos tecnológicos en el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 22(1), 1-14. <https://doi.org/10.18845/rdmei.v22i1.5731>
- Barroso, K. (2022). La realidad aumentada en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Tecnology Rain Journal*, 1(2), 1-15. <https://doi.org/10.55204/trj.v1i2.e6>
- Casas Angarita, J., Repullo Labrador, J. R. y Donado Campos, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención Primaria*, 31(8), 527-538. [https://doi.org/10.1016/S0212-6567\(03\)70728-8](https://doi.org/10.1016/S0212-6567(03)70728-8)
- Collazos Delgado, A. A., González Rincón, Y. M. y Monroy Fonseca, M. N. (2023). Desarrollo del pensamiento geométrico a través de una secuencia didáctica apoyada con el uso de la herramienta GeoGebra. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 3433-3459. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.4664](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4664)
- Gaona, J. (2018). Integrar tecnología en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, factores clave. *Revista Gestión de la Innovación en Educación Superior*, 3, 75-93. <https://orcid.org/0000-0001-6367-529X>
- Hernández Sampieri, R. Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la investigación cualitativa. En *Metodología de la investigación* (pp. 792-795). Interamericana Editores, Mc Graw Hill.
- Milgram, P y Kishino, F (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *EIECE Transactions on Information Systems*, 77-D(12). [https://www.researchgate.net/publication/231514051\\_A\\_Taxonomy\\_of\\_Mixed\\_Reality\\_Visual\\_Displays](https://www.researchgate.net/publication/231514051_A_Taxonomy_of_Mixed_Reality_Visual_Displays)
- Peña-Acuña, B., y Martínez-Sala, A. M. (2022). Cuentos de Realidad Aumentada para el aprendizaje de la lengua. *Porta Linguarum Revista Interuniversitaria de Didáctica de las Lenguas Extranjeras*, (37), 291-306. <https://doi.org/10.30827/portalin.vi37.20938>

- Pérez-González, F., García-Ríos, R., y Talaya-González, I. (2003). Estilos de aprendizaje y habilidades de gestión del tiempo académico en Educación Secundaria. *Revista Portuguesa de Educação*, 16(1), 59-74.
- Pimentel Elbert, M. J., Zambrano Mendoza, B. M., Mazzini Aguirre, K. A. y Villamar Cárdenas, M. A. (2023). Realidad virtual, realidad aumentada y realidad extendida en la educación. *RECIMUNDO*, 7(2), 74-88. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(2\).jun.2023.74-88](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.74-88)
- Soriano-Sánchez, J. G. y Jiménez-Vázquez, D. (2023). Las ventajas del uso de la realidad aumentada como recurso docente pedagógico. *Revista Innova Educación*, 5(2), 7-28. <https://doi.org/10.35622/>
- Yandún Cartagena, C. A., Chiles Arévalo, G. V. y Moreno Yandún, C. E. (2023). La innovación en el aula a través de la realidad aumentada (RA) en la asignatura de Biología: Innovation in the classroom through augmented reality (AR) in the subject of Biology. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(4), 71-82. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i4.1199>