



**ESTRATEGIA DIDÁCTICA MEDIADA POR REALIDAD AUMENTADA, PARA
EL FORTALECIMIENTO DE LA COMPETENCIA DEL PENSAMIENTO
MÉTRICO – ESPACIAL EN ESTUDIANTES DE GRADO NOVENO**

LORENA MARIA CORDERO ARQUEZ

**UNIVERSIDAD DE SANTANDER UDES
CAMPUS VIRTUAL CV-UDES
MONTERÍA
SEPTIEMBRE 13 - 2020**

**ESTRATEGIA DIDÁCTICA MEDIADA POR REALIDAD AUMENTADA, PARA
EL FORTALECIMIENTO DE LA COMPETENCIA DEL PENSAMIENTO
MÉTRICO – ESPACIAL EN ESTUDIANTES DE GRADO NOVENO**

LORENA MARIA CORDERO ARQUEZ

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación.**

**Director
LINA MARIE MEJÍA PAEZ
Magister en Pedagogía**

**UNIVERSIDAD DE SANTANDER UDES
CAMPUS VIRTUAL CV-UDES
MONTERÍA
SEPIEMBRE 13 - 2020**



UNIVERSIDAD DE SANTANDER - UDES
 CENTRO DE EDUCACIÓN VIRTUAL - CVUDES
 MAESTRÍA TECNOLOGÍAS DIGITALES APLICADAS A LA
 EDUCACIÓN
 ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO



ACTA DE SUSTENTACIÓN N°.TGMDAE-2-2019-0370-ASF1		
FECHA	27-Agosto-2.020	
DATOS DEL ESTUDIANTE	APELLIDOS Y NOMBRE	CÉDULA
	Cordero Arquez Lorena María	26203870
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO	ESTRATEGIA DIDÁCTICA MEDIADA POR REALIDAD AUMENTADA, PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA COMPETENCIA DEL PENSAMIENTO MÉTRICO – ESPACIAL EN ESTUDIANTES DE GRADO NOVENO	

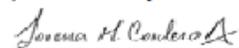
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO		
APELLIDOS Y NOMBRES	CEDÚLA	CORREO ELECTRÓNICO
Mejía Paez Lina Marie	37727393	lina.mejia@cvudes.edu.co
EVALUADOR DE TRABAJO DE GRADO		
APELLIDOS Y NOMBRES	CEDÚLA	CORREO ELECTRÓNICO
Leal Rey Adriana Margarita	63450731	adriana.leal@cvudes.edu.co

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN		
Sección	Criterios de evaluación	Comentarios
Análisis de los resultados y conclusiones	Se presenta un análisis de resultados claro y bien estructurado con conclusiones apropiadas y justificadas a partir del análisis de los resultados obtenidos.	Analiza la coherencia entre los resultados obtenidos, el problema formulado, las hipótesis planteadas y los objetivos pretendidos; para concluir aportes de la investigación de una forma precisa y sintética.
Aporte y originalidad del trabajo	Se explica en que consiste lo original o novedoso de la alternativa de solución planteada al problema o necesidad seleccionados.	Es innovador, se evidencia un aporte a la relevancia social y formación del individuo.
Organización de la presentación y recursos audiovisuales	Se enuncian claramente los objetivos de la presentación. La presentación se desarrolla en una secuencia lógica y con un ritmo adecuado considerado el tiempo disponible. Las diapositivas son útiles para soportar la presentación y resaltar las ideas principales. Se da el crédito apropiado a las contribuciones o material de otros.	La organización visual del producto digital es apropiada. Presenta una excelente distribución y elementos multimediales de buena calidad acordes con la intencionalidad de la sustentación.
Habilidades de comunicación	Se explican las ideas importantes de forma simple y clara. Se incluyen ejemplos para realizar aclaraciones. Se responde adecuadamente a preguntas, inquietudes y comentarios. Se muestra dominio del tema, confianza y entusiasmo.	Realiza la presentación de manera completa, pausada y adecuada en el tiempo definido. Emplea un vocabulario amplio, adecuado y comprensible; con términos técnicos vinculados con la temática del proyecto.

Calificación Director : 4.8 (Número) CUATRO PUNTO OCHO (Letra)
Calificación Evaluador: 4.8 (Número) CUATRO PUNTO OCHO (Letra)
Calificación Definitiva: 4.8 (Número) CUATRO PUNTO OCHO (Letra)
OBSERVACIONES GENERALES
Excelente investigación. Se cumplió la viabilidad desde lo pedagógico, lo tecnológico y lo temático; analizando la problemática con argumentos vinculados y organizados de manera lógica y crítica, evidenciando conocimiento y experiencia en el tema. Analiza la coherencia entre los resultados obtenidos, el problema formulado, las hipótesis planteadas y los objetivos pretendidos.

ESTUDIANTE:

(Autor de Trabajo de Grado):



(Firma)

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO:



(Firma)

EVALUADOR DE TRABAJO DE GRADO:



(Firma)

A mi amado Dios, por ser el compañero incondicional, mi guía, mi apoyo y mi fortaleza. A mi más grande motivación, mi hermoso hijo, por ceder comprensivamente tantos momentos juntos, para hacer de este proyecto una realidad.

Lorena María Cordero Arquez

Agradecimientos

A mi directora de tesis Mg. Lina Marie Mejía Páez, quien con su experiencia y conocimiento, estuvo al tanto de esta investigación de forma permanente e incondicional. Gracias por valorar este trabajo desde su bosquejo hasta su realización y evaluación.

A mis estudiantes de grado noveno y a sus padres, por su complicidad y apoyo en mi formación profesional. Porque, sin ellos no hubiese sido posible realizar este proyecto y porque estuvieron a la altura de las circunstancias, aun cuando el escenario debió cambiar de manera drástica en el proceso, exigiéndoles mayor compromiso, autonomía y responsabilidad.

A las directivas de la Institución Educativa Retiro de los Indios, quienes apoyaron este proceso de formación individual, y se mostraron prestos a atender las solicitudes y requerimientos necesarios en su realización.

A mi familia, quien me proporcionó la motivación y las ganas de seguir adelante y que de forma comprensiva, sacrificó muchos espacios y tiempo para brindarme la comodidad de un buen ambiente de aprendizaje y producción de conocimiento al interior de mi hogar.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	20
1. PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO.....	22
1.1 PROBLEMA.....	22
1.1.1 Descripción del problema.....	22
1.1.2 Formulación del problema.....	30
1.2 ALCANCE.....	31
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	32
1.4 OBJETIVOS.....	33
1.4.1 Objetivo general.....	33
1.4.2 Objetivos específicos.....	33
2 BASES TEÓRICAS.....	34
2.1 ESTADO DEL ARTE.....	34
2.1.1 Antecedentes históricos.....	34
2.1.2 Antecedentes investigativos.....	36
2.1.2.1 Antecedentes internacionales.....	36
2.1.2.2 Antecedentes nacionales.....	38

2.1.2.3 Antecedentes locales.....	39
2.2 MARCO REFERENCIAL.....	40
2.2.1 Marco Teórico.....	40
2.2.1.1 Competencias matemáticas.....	40
2.2.1.2 Teorías constructivistas.....	41
2.2.1.2.1 Teoría constructivista de Jean Piaget.....	42
2.2.1.2.2 Teoría del aprendizaje significativo de Ausubel.....	43
2.2.1.3 Definición de la Didáctica.....	44
2.2.1.3.1 Didáctica en las Matemáticas.....	45
2.2.1.3.2 Teoría de las situaciones didácticas.....	45
2.2.2 Marco Conceptual.....	46
2.2.2.1 Figuras bidimensionales	46
2.2.2.2 Figuras tridimensionales.....	46
2.2.2.3 Realidad Aumentada (RA).....	47
3 DISEÑO METODOLÓGICO.....	49
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	49
3.2 HIPÓTESIS.....	49
3.3 VARIABLES.....	49

3.3.1 Variable independiente.....	49
3.3.2 Variable dependiente.....	49
3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	50
3.4.1 Operacionalización de la variable independiente.....	50
3.4.2 Operacionalización de la variable dependiente.....	51
3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	52
3.5.1 Población.....	52
3.5.2 Muestra.....	52
3.6 PROCEDIMIENTO.....	53
3.6.1 Diseño Metodológico.....	54
3.7 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	56
3.7.1 Encuesta.....	56
3.7.2 Pretest.....	57
3.7.3 Postest.....	57
3.8 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	58
4 CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	59
5 DIAGNÓSTICO INICIAL.....	60
5.1 DIAGNÓSTICO DE LA FASE CUALITATIVA.....	60

5.1.1 Selección de la encuesta.....	60
5.1.2 Aplicación de la encuesta.....	60
5.1.3. Análisis de resultados del Test de estilos de aprendizaje.....	61
5.2 DIAGNÓSTICO DE LA FASE CUANTITATIVA.....	63
5.2.1 Evaluación diagnóstica o pretest.....	63
5.2.2 Análisis de resultados del pretest.....	64
6 ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	67
6.1 PROPUESTA PEDAGÓGICA.....	67
6.2 COMPONENTE TECNOLÓGICO.....	75
6.3 IMPLEMENTACIÓN.....	80
6.3.1 Implementación de la secuencia didáctica N°1 (Sin uso de RA).....	80
6.3.2 Implementación de la secuencia didáctica N°2 (mediada por RA).....	86
6.3.3 Aplicación de prueba postest.....	91
6.3.4 Análisis de resultados del postest.....	91
7 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	94
7.1 ANÁLISIS DE DATOS DE LA FESE CUALITATIVA.....	94
7.2 ANÁLISIS DE DATOS DE LA FASE CUANTITATIVA.....	94
7.2.1 Pruebas de normalidad.....	94

7.2.2 Prueba de homogeneidad de varianzas.....	97
7.2.3 Prueba T student para muestras relacionadas.....	98
8 CONCLUSIONES.....	101
9 DISCUSIÓN CON AUTORES.....	103
10 LIMITACIONES.....	104
11 IMPACTO/RECOMENDACIONES/TRABAJOS FUTUROS.....	105
BIBLIOGRAFÍA.....	106
ANEXOS.....	114

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Resultados nacionales en Saber 9º, área de Matemáticas.	23
Figura 2. Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en el establecimiento educativo (I.E. Retiro de los indios), la entidad territorial certificada (ETC) correspondiente y el país. Matemáticas - grado noveno.	25
Figura 3. Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en el establecimiento educativo (I.E. Retiro de los indios) y los tipos de establecimientos de la ETC según sector/zona. Matemáticas - grado noveno.	26
Figura 4. Competencias evaluadas. Matemáticas - grado noveno (I.E. Retiro de los indios).	27
Figura 5. Componentes evaluados. Matemáticas - grado noveno (I.E. Retiro de los indios)	27
Figura 6. Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en Matemáticas - grado undécimo (I.E. Retiro de los indios).	28
Figura 7. Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño. Matemáticas - grado noveno. (I.E. Retiro de los indios).	34
Figura 8. Distribución porcentual de estilos de aprendizaje de los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los indios.	62
Figura 9. Nivel de desempeño diagnosticado en la competencia del pensamiento métrico-espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios.	64
Figura 10. Propuesta pedagógica.	68
Figura 11. Interfaz de la aplicación Geometry AR.	76
Figura 12. Vista de un prisma hexagonal en la opción <i>explorar</i> – <i>prismas</i> de Geometry AR.	76
Figura 13. Vista de un Tetraedro en la opción <i>consultar</i> – <i>platónicos</i> de Geometry AR.	77
Figura 14. Vista de un acierto en la opción <i>evaluar</i> – <i>caras, vértices y aristas-arquimedianos</i> de Geometry AR.	78

Figura 15 Vista del resumen de aciertos y fallos en la opción <i>evaluar – caras, vértices y aristas- arquimedianos</i> de Geometry AR.	78
Figura 16. Diagrama de flujo de la implementación de la tecnología RA en el desarrollo de la investigación.	79
Figura 17. Recurso empleado para formar el concepto de polígono.	80
Figura 18. Recurso empleado para clasificación de polígonos.	81
Figura 19. Ejercicio de relación de clasificación de polígonos.	81
Figura 20. Poliedros.	82
Figura 21. Recurso utilizado para identificar elementos de los poliedros.	82
Figura 22. Recurso utilizado para identificar poliedros y sus elementos.	83
Figura 23. Recurso utilizado para identificar poliedros regulares e irregulares.	83
Figura 24. Elementos de los poliedros convexos y la fórmula de Euler.	84
Figura 25. Elementos y fórmulas de sólidos Platónicos.	85
Figura 26. Implementación de la secuencia didáctica mediada por RA	86
Figura 27. Elementos de Prismas y Sólidos Platónicos.	88
Figura 28. Fórmula de Euler en Prismas, Sólidos Platónicos y otros poliedros convexos.	89
Figura 29. Esquema de clasificación de poliedros convexos.	89
Figura 30. Fórmulas para calcular el área y volumen de Prismas y poliedros Platónicos.	90
Figura 31. Nivel de desempeño alcanzado en la competencia del pensamiento métrico-espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios.	92
Figura 32. Distribución de frecuencias del pretest.	96
Figura 33. Distribución de frecuencias del postest.	97

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Operacionalización de la variable independiente	50
Tabla 2. Operacionalización de la variable dependiente	51
Tabla 3. Resultados porcentuales del test del canal de aprendizaje de preferencia de los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los indios	61
Tabla 4. Estadísticos descriptivos de los resultados del pretest	65
Tabla 5. Prueba de normalidad a resultados del pretest	66
Tabla 6. Estadísticos descriptivos de los resultados del postest	93
Tabla 7. Pruebas de normalidad de resultados del postest	93
Tabla 8. Pruebas de normalidad del pretest y postest	95
Tabla 9. Prueba de homogeneidad de varianzas	98
Tabla 10. Resultados de la prueba T student	99

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Test estilos de aprendizaje PNL Lynn O'Brien (1990).	114
Anexo B. Pretest o prueba diagnóstica.	115
Anexo C. Análisis de los ítems evaluados en el Pretest.	117
Anexo D. Postest o prueba luego de la implementación de la estrategia didáctica mediada por RA.	118
Anexo E. Análisis de los ítems evaluados en el Postest.	120
Anexo F. Lista de participantes de la muestra de estudiantes y consentimiento firmado de los padres de familia.	121
Anexo G. Test estilos de aprendizaje PNL Lynn O'Brien (1990) resuelto dentro de la muestra.	124
Anexo H. Desarrollo de la secuencia didáctica sin mediación de RA. Sesión 1. ¿Cómo clasificar polígonos?	125
Anexo J. Desarrollo de la secuencia didáctica sin mediación de RA. Sesión 2. ¿Qué es un poliedro y qué elementos lo conforman?	126
Anexo K. Desarrollo de la secuencia didáctica sin mediación de RA. Sesión 3. ¿Cómo se clasifican los poliedros?	127
Anexo L. Desarrollo de la secuencia didáctica sin mediación de RA. Sesión 4. ¿Cómo hallar el área y el volumen de un poliedro?	128
Anexo M. Aplicación del pretest.	129
Anexo N. Reconocimiento del marcador impreso Geometry AR.	130
Anexo Ñ. Desarrollo de la secuencia didáctica mediada por RA. Sesión 1. Exploración del entorno de la aplicación RA. (Actividad 1).	131
Anexo P. Desarrollo de la secuencia didáctica mediada por RA. Sesión 1. Exploración del entorno de la aplicación RA. (Actividad 2).	132
Anexo Q. Desarrollo de la secuencia didáctica mediada por RA. Sesión 2. ¿Qué elementos conforman el poliedro? (Actividad 1).	133

Anexo R. Desarrollo de la secuencia didáctica mediada por RA. Sesión 2. ¿Qué elementos conforman el poliedro? (Actividad 2).	134
Anexo S. Desarrollo de la secuencia didáctica mediada por RA. Sesión 3. ¿Cómo se clasifican los poliedros? (Actividad 1 y 2).	135
Anexo T. Desarrollo de la secuencia didáctica mediada por RA. Sesión 4. ¿Cómo hallar el área y el volumen de un poliedro? (Actividad 1).	136
Anexo U. Desarrollo de la secuencia didáctica mediada por RA. Sesión 4. ¿Cómo hallar el área y el volumen de un poliedro? (Actividad 2).	137
Anexo V. Desarrollo de la secuencia didáctica mediada por RA. Sesión 4. ¿Cómo hallar el área y el volumen de un poliedro? (Actividad 3).	138
Anexo W. Aplicación del postest.	139
Anexo X. Consentimiento individual firmado por los padres de familia.	140
Anexo Y. Datos y análisis estadísticos de la investigación	161
Anexo Z. Link de aplicación de software utilizada (Geometry AR)	174

GLOSARIO

ESTÁNDAR BÁSICO DE COMPETENCIA: es un criterio claro y público que permite juzgar si un estudiante, una institución o el sistema educativo en su conjunto cumplen con unas expectativas comunes de calidad; expresa una situación deseada en cuanto a lo que se espera que todos los estudiantes aprendan en cada una de las áreas a lo largo de su paso por la Educación Básica y Media, especificando por grupos de grados (1 a 3, 4 a 5, 6 a 7, 8 a 9, y 10 a 11) el nivel de calidad que se aspira alcanzar. (MEN, 2006, p. 11)

GEOMETRY- AR: es una aplicación que permite aprender por medio de recursos a la vanguardia de la tecnología, como lo es la realidad aumentada, desarrollar competencias geométricas, espaciales, numéricas, abstractas, etc. (Bermúdez, 2017, párr. 9).

POLIEDRO: es un cuerpo geométrico limitado por cuatro o más polígonos, denominados caras. Los lados y vértices de las caras son, respectivamente, las aristas y los vértices del poliedro (Joya, 2013, p. 278).

REALIDAD AUMENTADA (RA): se define la RA como la tecnología mixta que se encarga de generar percepciones artificiales de carácter mixto, en el cual se conjugan elementos de la realidad tangible con información de estos o con otros elementos de interés para el usuario con los cuales puede interactuar. (Guayta, 2018, p. 10)

Resumen

TÍTULO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA MEDIADA POR REALIDAD AUMENTADA, PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA COMPETENCIA DEL PENSAMIENTO MÉTRICO – ESPACIAL EN ESTUDIANTES DE GRADO NOVENO.

Autor: Lorena María Cordero Arquez.

Palabras claves: Realidad aumentada, poliedros, pensamiento métrico – espacial.

Esta investigación tiene como objetivo determinar la estrategia didáctica mediada por realidad aumentada (RA), para el fortalecimiento de la competencia del pensamiento métrico – espacial, que hace referencia a “conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas”, en los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los indios. Consiste en una investigación aplicada y de campo, que se fundamenta en un enfoque mixto puro, (Cualitativo - Cuantitativo), de tipo secuencial. Teniendo en cuenta el estilo de aprendizaje predominante del grupo de estudiantes, se elaboran, aplican y evalúan dos secuencias didácticas, basadas en poliedros regulares y prismas; la segunda con mediación de realidad aumentada (RA). Con base en los resultados promedios del pretest y postest aplicados en las secuencias, se establece el nivel de desempeño académico de los estudiantes (variable dependiente) antes y después de la implementación de la estrategia didáctica mediada por (RA) (variable independiente) y se concluye, que existe diferencia significativa entre las medias, luego de aplicar una prueba t student para muestras pareadas, validando la hipótesis inicial, de que la estrategia didáctica mediada por realidad aumentada (RA) fortalece la competencia del pensamiento métrico – espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución educativa Retiro de los indios, mejorando el desempeño académico y la calidad educativa, y dando un mejor aprovechamiento a los recursos tecnológicos de los cuales disponen los estudiantes.

Abstract

TITLE: DIDACTIC STRATEGY MEDIATED BY AUGMENTED REALITY, TO STRENGTHEN THE COMPETENCE OF METRIC THINKING - SPACE IN NINTH GRADE STUDENTS.

Author: Lorena María Cordero Arquez.

Key words: Augmented reality, polyhedra, metric - spatial thinking.

This research aims to determine the didactic strategy mediated by augmented reality (AR) to strengthen the competence of metric-spatial thinking, which refers to “conjecturing and verifying properties of congruences and similarities between two-dimensional figures and between three-dimensional objects in the solution of problems”, in the ninth grade students of the Retreat of the Indians Educational Institution. It consists of applied and field research, which is based on a pure mixed approach (Qualitative - Quantitative), of a sequential type. Taking into account the predominant learning style of the group of students, two didactic sequences are elaborated, applied and evaluated, based on regular polyhedra and prisms; the second with augmented reality (AR) mediation. Based on the average results of the pretest and posttest applied in the sequences, the academic performance level of the students (dependent variable) is established before and after the implementation of the didactic strategy mediated by (RA) (independent variable) and it is concluded that there is significant difference between the means, after applying a Student t test for paired samples, validating the initial hypothesis, that the didactic strategy mediated by augmented reality (AR) strengthens the competence of metric-spatial thinking in ninth-grade students of the Retreat of the Indians Educational Institution, improving academic performance and educational quality, and making better use of the technological resources available to students.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo al ministerio de educación nacional MEN, (2013), las TIC hoy en día son un medio en el sector educativo que sin duda alguna está facilitando mejorar la calidad de la educación, porque a través de su infraestructura tecnológica se promueve la innovación, el desarrollo pedagógico, el trabajo colaborativo, el desarrollo de habilidades sociales y la motivación. Así mismo, se facilita el entendimiento, el desarrollo de contenidos y el trabajo colaborativo. (p. 44)

De acuerdo con Sánchez, Reyes, Ortiz y Olarte, (2017), se evidencia cada vez más la necesidad de adelantar estudios que permitan tener un panorama general acerca de las iniciativas implementadas para integrar las TIC en el ámbito educativo, su efecto en la brecha de acceso y uso de las tecnologías y su posible relación con la calidad educativa. (p. 114)

En la Institución educativa Retiro de los indios, ubicada en zona rural del municipio de Cereté, departamento de Córdoba, existe oportunidad de mejoramiento en el área de Matemáticas, que se manifiesta en la dificultad de los estudiantes de grado noveno en la comprensión del pensamiento métrico - espacial. Lo cual, se ha visto reflejado año tras año, en los bajos desempeños académicos, tanto en pruebas internas como en pruebas saber, especialmente en la competencia correspondiente a “Conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas” (MEN, 2006, p. 86).

Por ello, en este trabajo se planteó, tal como se describe en el capítulo 1, el uso de tecnologías digitales, tanto de hardware como de software, en la implementación de una estrategia didáctica mediada por realidad aumentada (RA), con el objetivo de determinar su incidencia en el fortalecimiento de la competencia del pensamiento métrico – espacial antes mencionada, en los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los indios. Esta propuesta se estructura dentro del modelo pedagógico constructivista con énfasis en el aprendizaje significativo, adoptado por la Institución.

Del Cerro y Morales, (2017), señalan que “la RA es un proceso que se realiza en tiempo real en función de lo que captura una cámara de un dispositivo, y se establece, además, una relación espacial entre la información virtual y su entorno real” (p. 3), facilitando la visualización del objeto y la interacción con el mismo. Esta y muchas otras posturas se exponen en el capítulo 2 de este documento como antecedentes de esta investigación.

Tal como se indica en el apartado 3, este trabajo se constituye en una investigación aplicada y de campo, que se fundamentó en un enfoque mixto puro, (Cualitativo - Cuantitativo), de tipo secuencial. En este, se desarrolló inicialmente la fase cualitativa, atendiendo a las consideraciones éticas expuestas en el apartado 4, en esta fase, se indagó por el estilo de aprendizaje predominante del grupo de estudiantes y cuyos resultados descritos en el apartado 5 del diagnóstico inicial, permitieron elaborar, dos secuencias didácticas, basadas en poliedros regulares y prismas, contextualizadas y ambientadas según el estilo predominante de aprendizaje; donde la segunda se caracterizó por la mediación de realidad aumentada (RA), con el uso de la aplicación de libre acceso Geometry AR, tal como se describe en el capítulo 6 de la implementación.

En la fase cuantitativa, se aplicaron y evaluaron ambas secuencias con el uso de un pretest y un postest previamente avalados por el MEN y con base en los resultados promedio de ambos instrumentos, se estableció el nivel de desempeño académico de los estudiantes (variable dependiente) antes y después de la implementación de la estrategia didáctica mediada por RA (variable independiente).

En el apartado 7, se aplicaron a los datos obtenidos las respectivas pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas que permitieron validarlos en el uso de estadística paramétrica para comparación de medias, aplicando una prueba t student para muestras pareadas, con la cual, se aceptó la hipótesis inicial, de que la estrategia didáctica mediada por realidad aumentada (RA) fortalece la competencia del pensamiento métrico – espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución educativa Retiro de los indios.

Lo anterior demostró que se pudo mejorar el desempeño académico y por ende contribuir a la calidad educativa, al tiempo que se brindó al estudiante la oportunidad de dar un mejor aprovechamiento a los recursos tecnológicos de los cuales dispone, acortando así la brecha de uso digital plantada por Sánchez et al, (2017) al inicio de este apartado. No obstante, cabe aclarar, que el acceso sigue siendo un factor limitante, incluso en esta investigación, por cuanto muchos estudiantes no tuvieron la disponibilidad del recurso tecnológico propio para el desarrollo de la propuesta. La cual no fue posible desarrollar en el aula, debido a la situación actual de contingencia que se vive en Colombia y a nivel mundial a causa del COVID-19, lo cual limitó la muestra y por ello se sugiere realizar futuras investigaciones, en las cuales se pueda contar con un mayor número de estudiantes, al tiempo que se realice la observación directa del proceso de intervención en el aula.

1 PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

1.1 PROBLEMA

1.1.1 Descripción del problema

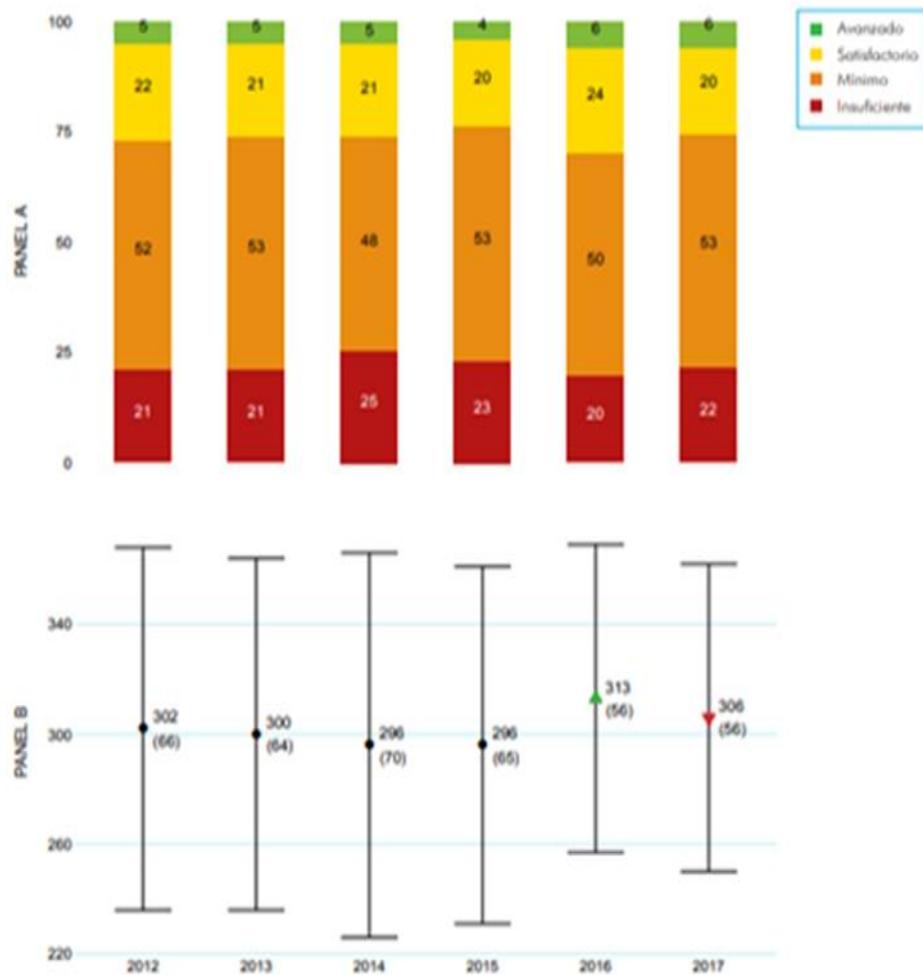
En la Institución educativa Retiro de los indios, ubicada en zona rural del municipio de Cereté, departamento de Córdoba, existe oportunidad de mejoramiento en el área de Matemáticas, que se manifiesta en la dificultad de los estudiantes de grado noveno en la comprensión del pensamiento métrico - espacial.

A nivel internacional, Colombia participa de la prueba PISA, la cual “es una prueba estandarizada que aplica la OCDE y se ha convertido en el referente internacional de evaluación de la calidad educativa” (ICFES, 2017, p. 7). En el área de Matemáticas, esta prueba “evalúa hasta qué punto los estudiantes pueden tener un manejo adecuado de las matemáticas cuando se enfrentan con situaciones y problemas del mundo real” (OCDE, 2016a, citado en ICFES, 2017, p. 9). Así mismo, “Los resultados de esta prueba inciden directamente en el desarrollo de planes de mejoramiento a nivel institucional, nuevas prácticas de enseñanza y en la información para la investigación del aprendizaje dentro del aula” (ICFES, 2017, p. 10). Entre el 25 de abril y el 18 de mayo de 2018, más de 8.500 alumnos de 250 colegios, públicos y privados de todo el país, que en ese momento tenían 15 años, presentaron las pruebas Pisa.

De acuerdo a Semana, (2019), En el área de Matemáticas, los estudiantes colombianos obtuvieron un puntaje promedio de 391, una leve mejora frente a los 390 puntos de media obtenidos en 2015, pero aún alejados del promedio de los países pertenecientes a la OCDE que es de 489 puntos. De los 8.500 estudiantes colombianos que presentaron la prueba, cerca de 35 por ciento alcanzaron el nivel 2 o superior en matemáticas (el promedio OCDE es de 76 por ciento). En cuanto a los estudiantes que quedaron en el nivel 5 y 6, los de mejor resultado, solo un 1 por ciento de los colombianos alcanzaron este puntaje en matemáticas, mientras la media de la OCDE es del 11 por ciento. (párr. 11)

A nivel nacional, el panorama no es el mejor, teniendo en cuenta el análisis de los resultados de las Pruebas Saber, aplicadas hasta el año 2017 en el área de Matemáticas. Específicamente para el grado noveno, tal como se observa en la Figura 1.

De acuerdo al informe presentado por el ICFES, (2018). En grado noveno, el puntaje promedio obtenido en 2017 fue considerablemente mayor al presentado en 2013, 2014 y 2015; pero considerablemente menor al presentado en 2016. En cuanto a la clasificación según los niveles de desempeño, en 2017 hubo un desplazamiento hacia los niveles de desempeño inferiores, y el 75% de los estudiantes quedaron clasificados en estos niveles. (p. 26)



El puntaje promedio obtenido en 2017 es considerablemente mayor al presentado en 2013, 2014 y 2015; y considerablemente menor al presentado en 2016.

Figura 1. Resultados nacionales en Saber 9°, área de Matemáticas. Fuente: ICFES, (2018). Informe de RESULTADOS NACIONALES Saber 3°, 5° y 9° 2012 – 2017. (p. 29)

Por otra parte, teniendo en cuenta el informe del ICFES, (2018), “al analizar las brechas entre diferentes niveles socioeconómicos, en todos los grados y áreas, los colegios del nivel socioeconómico más alto tienen un desempeño consistentemente mayor que los colegios con niveles socioeconómicos más bajos” (p. 65). De igual forma, “Por tipo de establecimiento, se sigue presentando la tendencia de que los colegios privados superan a los oficiales, y dentro de los oficiales, los colegios en zonas urbanas obtienen mejores resultados que los de zonas rurales” (ICFES, 2018, p. 66). Por ello, resulta importante explorar nuevas alternativas que permitan un mejor desarrollo de competencias en los estudiantes, en pro del mejoramiento de la calidad educativa, en especial, en los colegios oficiales en zonas rurales, donde la disponibilidad de recursos es limitada.

La Institución Educativa Retiro de los indios, no es ajena a esta situación problema que amerita ser intervenida, con el propósito del mejoramiento del proceso enseñanza - aprendizaje de los estudiantes y en consecuencia de la calidad educativa. Para su caso particular, existe la necesidad del uso eficiente de los recursos tecnológicos y humanos disponibles actualmente, que permitan superar las brechas con los establecimientos educativos de estratos socioeconómicos más altos. Como se refleja en el puntaje promedio obtenido para el año 2017, última prueba presentada por estudiantes de grado noveno de la institución:

Según el informe del ICFES, (2018) el resultado es “Similar al puntaje promedio de los establecimientos educativos de nivel socioeconómico (NSE) 1 y 2 e inferior al puntaje promedio de los establecimientos educativos de nivel socioeconómico (NSE) 3 y 4 de la entidad territorial certificada donde está ubicado” (párr. 13).

Así mismo, la dificultad de los estudiantes de grado noveno en la comprensión del pensamiento métrico – espacial, se ha visto reflejada año tras año, en los bajos desempeños académicos, tanto en pruebas internas como en pruebas saber, especialmente en la competencia correspondiente a “Conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas” (MEN, 2006, p. 86). Tal es el caso, para el año 2017, el puntaje promedio obtenido por los estudiantes de grado noveno de la institución en Pruebas Saber:

De acuerdo al informe por colegio ICFES, (2018). Es similar al puntaje promedio de los establecimientos educativos de la entidad territorial certificada donde está ubicado y de los establecimientos educativos de Colombia (Figura 2); Similar al puntaje promedio de los establecimientos educativos oficiales urbanos y oficiales rurales de la entidad territorial certificada donde está ubicado, e inferior al puntaje promedio de los establecimientos educativos privados de la entidad territorial certificada donde está ubicado (Figura 3). (párr. 9)



Figura 2. Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en el establecimiento educativo (I.E. Retiro de los indios), la entidad territorial certificada (ETC) correspondiente y el país. Matemáticas - grado noveno. Fuente: ICFES, (2018). Informe por colegio.

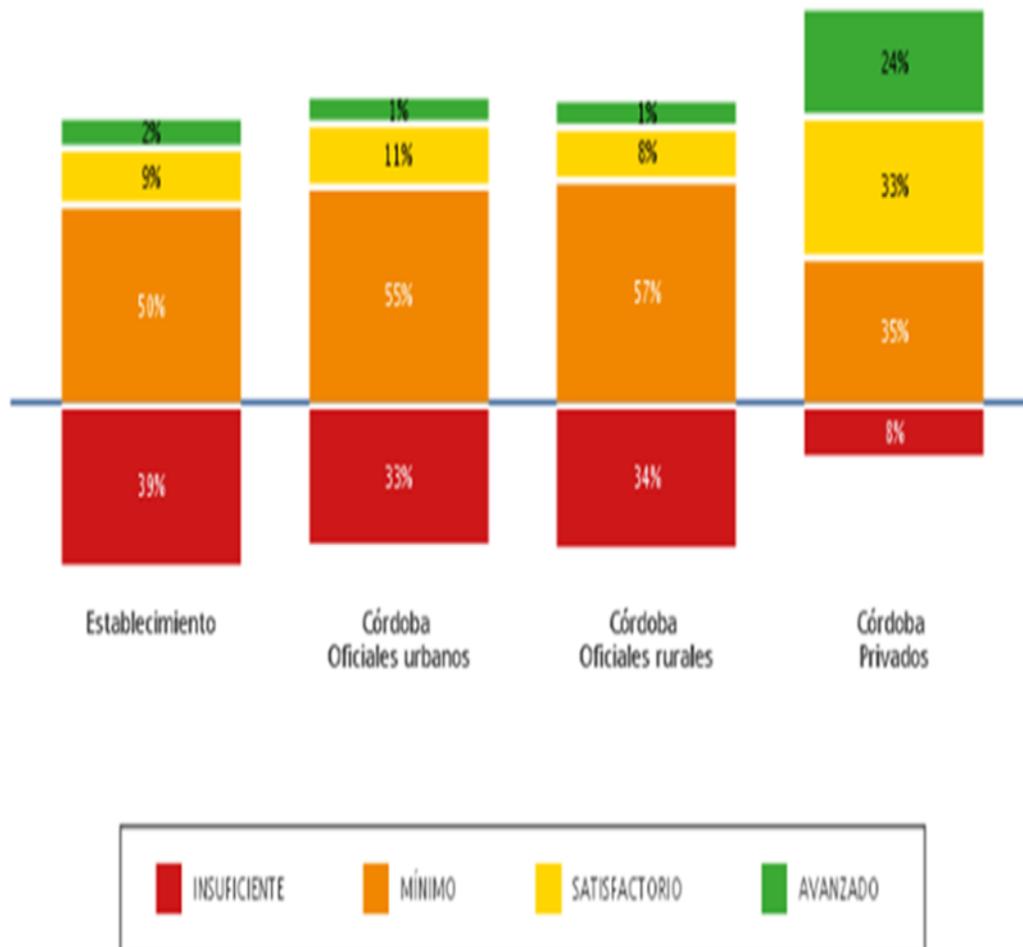


Figura 3. Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en el establecimiento educativo (I.E. Retiro de los indios) y los tipos de establecimientos de la ETC según sector/zona. Matemáticas - grado noveno.
Fuente: ICFES, (2018). Informe por colegio.

En lo referente a fortalezas y debilidades relativas en las competencias y componentes evaluados en el área de Matemáticas para el grado noveno, se tiene:

Según el informe por colegios ICFES, (2018), la Institución en comparación con los establecimientos que presentan un puntaje promedio similar al suyo es: débil en Razonamiento y argumentación, débil en Comunicación, representación y modelación y Fuerte en Planteamiento y resolución de problemas (Figura 4). Fuerte en el componente Numérico-variacional, débil en el componente Geométrico-métrico, representación y modelación y similar en el componente Aleatorio (Figura 5). (párr. 18)



Figura 4. Competencias evaluadas. Matemáticas - grado noveno (I.E. Retiro de los indios).
Fuente: ICFES, (2018). Informe por colegio.

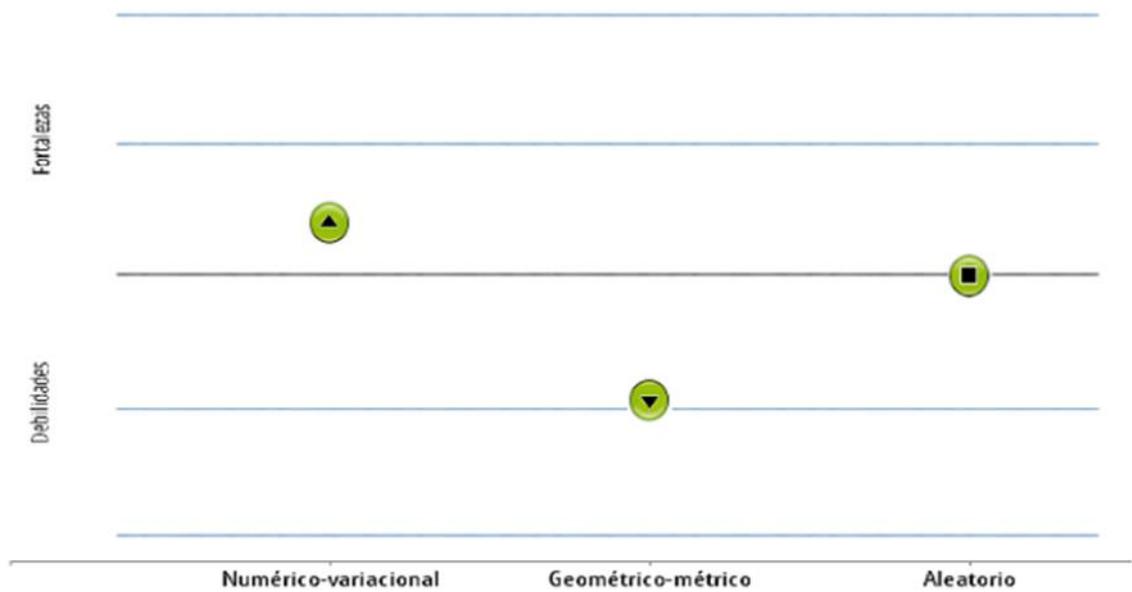


Figura 5. Componentes evaluados. Matemáticas - grado noveno (I.E. Retiro de los indios).
Fuente: ICFES, (2018). Informe por colegio.

Se presentan entonces deficiencias en competencias como la representación y modelación, así como en el componente geométrico- métrico. Estos aspectos de acuerdo a varios autores guardan relación con la inteligencia espacial, la cual se encuentra según Kell, Lubinski, Benbow y Steinger, (2013), citados en Del Cerro y Morales, (2017), “desempeñando un papel único en el aprendizaje de nuevos conocimientos, mejorando de esta forma la capacidad mental para generar, girar y transformar imágenes visuales” (p. 4).

Lo anterior, a su vez, repercute en la poca capacidad de visualización y rotación espacial que presentan los estudiantes de básica secundaria de la institución y continua durante su aprendizaje en la media, puesto que estos mismos estudiantes al ser evaluados en grado undécimo en el año 2019, según el reporte ICFES por establecimientos educativos, (2019), obtuvieron en el área de Matemáticas un promedio de 47 puntos, inferior a la media nacional de 52 puntos, a los establecimientos privados con 59 puntos y oficiales urbanos con 48 puntos, de la entidad territorial certificada donde se encuentra ubicado. (párr. 6)

Así mismo, los resultados históricos de los estudiantes en grado undécimo para el área de Matemáticas, demuestran bajo desempeño, tal como se observa en la figura 6, en la cual, el porcentaje de estudiantes en el nivel de desempeño avanzado es nulo, (color verde), mientras que el porcentaje mayoritario se sitúa en el nivel mínimo (color naranja), seguido de un porcentaje menor en el nivel satisfactorio (color amarillo) y aún persisten estudiantes en el nivel insuficiente (color rojo), tanto en el año 2018, como en el 2019, siendo estos últimos, quienes corresponden al grado noveno evaluado en 2017 y tomado como referente para esta investigación.

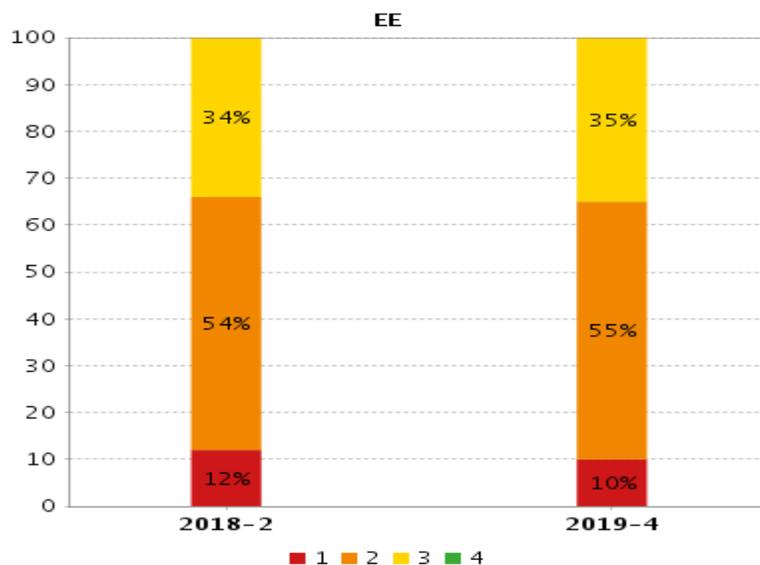


Figura 6. Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en Matemáticas - grado undécimo (I.E. Retiro de los indios).

Fuente: ICFES, (2019). Informe por colegio.

De acuerdo al MEN, (2006). El pensamiento espacial, entendido como “el conjunto de los procesos cognitivos mediante los cuales se construyen y se manipulan las representaciones mentales de los objetos del espacio, las relaciones entre ellos, sus transformaciones, y sus diversas traducciones o representaciones materiales” contempla las actuaciones del sujeto en todas sus dimensiones y relaciones espaciales para interactuar de diversas maneras con los objetos situados en el espacio, desarrollar variadas representaciones y, a través de la coordinación entre ellas, hacer acercamientos conceptuales que favorezcan la creación y manipulación de nuevas representaciones mentales. (p. 61)

Por otra parte, “el pensamiento métrico, es la comprensión general que tiene una persona sobre las magnitudes y las cantidades, su medición y el uso flexible de los sistemas métricos o de medidas en diferentes situaciones” (MEN, 2006, p. 63).

Se podría decir, que ambos pensamientos combinados brindan la capacidad de comprender y dimensionar el espacio físico real, y de transponer dicho espacio mediante representaciones mentales.

De acuerdo a Esteban, Trefftz, y Restrepo, (2006). En los cursos de matemáticas se enfatizan los aspectos numéricos, algebraicos, simbólicos y lógicos; pero, en general, poco se motiva a los alumnos a razonar a partir de los aspectos gráficos que surgen de los conceptos mismos. Es decir, las experiencias de aprendizaje en las que intervengan representaciones visuales asociadas a los conceptos matemáticos son necesarias para integrarlos con aplicaciones relacionadas con su medio ambiente. (p. 121)

Lo anterior, puede asociarse a la enseñanza por métodos tradicionales que impiden la visualización y contacto con los objetos de estudio en las aulas; de acuerdo a Gómez, (2017), “vivimos en un sistema educativo estandarizado, excluyente y poco innovador” (párr. 6). Lo poco innovador a su vez, tiene que ver con la metodología y la praxis; se dice que el “boom” es el aprendizaje activo y significativo, no obstante, en las aulas se disfraza el tradicionalismo con estos nombres, puesto que no se da la praxis deseada, no se tienen en cuenta los estilos de aprendizaje de los estudiantes y no se ponen a disposición los recursos, sin limitaciones o restricciones para su aprovechamiento.

Por otra parte, se tiene la importancia que a nivel curricular se otorga al desarrollo de contenidos, en lugar del desarrollo de competencias, tal como afirma De Zubiría, (2018) “se trabajan más de quince asignaturas por año, atomizadas y con contenidos en general impertinentes” (párr. 8). Estos prevalecen sobre el desarrollo de las competencias, tanto de los estudiantes como de los docentes.

Es así, que una praxis tradicional merma la interactividad entre el estudiante y los objetos de estudio. Por ello, es conveniente el uso de herramientas digitales que motiven y faciliten el proceso enseñanza – aprendizaje de cada estudiante. De acuerdo con Gil García, Helbig & Ferro, (2006), citados en Sánchez, Reyes, Ortiz y Olarte, (2017), “se plantea que la brecha digital no se sustenta exclusivamente en el acceso, sino que también considera el uso que los individuos o grupos poblacionales le dan a las TIC” (p. 116). Pues si bien, la institución cuenta con tecnologías digitales de hardware, estas son poco utilizadas en las aulas de clase, lo que se traduce como la subutilización de los mismos.

Por todo lo anterior, se plantea el uso de tecnologías digitales, tanto de hardware (teléfonos móviles) como de software (Aplicación de Realidad Aumentada) en la implementación de una estrategia didáctica que permita lograr una mejor comprensión del pensamiento métrico - espacial, que a su vez se refleje en un mejor desempeño académico de los estudiantes, mayor capacidad de visualización y rotación espacial, así como una mayor interactividad con los objetos de estudio.

De otra parte, Del Cerro y Morales, (2017), señalan que “la RA es un proceso que se realiza en tiempo real en función de lo que captura una cámara de un dispositivo, y se establece, además, una relación espacial entre la información virtual y su entorno real” (p. 3), lo cual, facilita la visualización del objeto y la interacción con el mismo.

1.1.2 Formulación del problema

Teniendo en cuenta la problemática descrita previamente sobre la dificultad de los estudiantes en la comprensión del pensamiento métrico – espacial, evidenciada en sus bajos desempeños académicos, el uso inadecuado de los recursos tecnológicos disponibles y la enseñanza por métodos tradicionales que impiden la visualización y contacto con los objetos de estudio de forma significativa, cabe preguntarse entonces ¿De qué forma una estrategia didáctica mediada por Realidad Aumentada puede fortalecer la competencia del pensamiento métrico espacial de los estudiantes de grado noveno, de la institución educativa Retiro de los Indios?

1.2 ALCANCE

De acuerdo a Rojas, (2018). En la actualidad son muchas las investigaciones que estudian las diferentes formas de enseñar Matemáticas y cómo se produce el aprendizaje por parte de los estudiantes. En esta búsqueda de nuevas metodologías, la inclusión de tecnologías y el aporte que éstas realizan a la visualización de diferentes conceptos es muy amplia. (p. 19)

Este ambiente de aprendizaje motivado por la inclusión de tecnologías pretende desarrollar alumnos competentes, no sólo en las matemáticas, sino también en otras ciencias y en la vida cotidiana.

Y que tengan según la OECD, (2003), la capacidad individual para identificar y comprender el papel que desempeñan las matemáticas en el mundo, emitir juicios bien fundados, utilizar las matemáticas y comprometerse con ellas, y satisfacer las necesidades de la vida personal como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo. (p. 26)

La Realidad Aumentada como una tecnología que apenas con este tipo de investigaciones comienza a relacionarse en el aula escolar a nivel Colombia pretende mostrar las ventajas que permiten este tipo de herramientas. En el caso de la geometría queda en evidencia que los procesos de visualización en función de la caracterización del objeto matemático juega un papel importante. (González, 2017, p. 30)

De ahí la importancia de implementar estrategias didácticas mediadas por RA para fortalecer competencias del pensamiento métrico - espacial en los estudiantes de grado noveno, no sólo de la Institución educativa Retiro de los indios, sino de otros establecimientos educativos del país.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Como se expuso anteriormente, es innegable que en Colombia existe la necesidad y oportunidad de mejoramiento en lo que al desempeño de competencias matemáticas se refiere, lo cual se percibe del análisis de resultados de pruebas externas internacionales o internas a nivel nacional, departamental y en cada institución educativa del país.

Tal como afirman Sánchez et al., (2017), se evidencia cada vez más la necesidad de adelantar estudios que permitan tener un panorama general acerca de las iniciativas implementadas para integrar las TIC en el ámbito educativo, su efecto en la brecha de acceso y uso de las tecnologías y su posible relación con la calidad educativa. (p. 114)

Así mismo, López y Gutiérrez, (2018) señalan “la importancia de herramientas que despierten el interés y el deseo de generar estructuras de conocimiento intencionadas y que al mismo tiempo favorezcan el trabajo colaborativo y la solución de problemas mediante procesos apropiados por parte de los estudiantes” (p. 11).

De acuerdo a Del Cerro y Morales, (2017). La Realidad Aumentada (RA) es una herramienta o recurso TIC emergente e innovador, que mejora el aprendizaje de los contenidos y que la serie de actividades desarrolladas utilizando tecnología de RA son útiles para la mejora de la habilidad de rotación y visualización espacial en el alumnado que parte con una inteligencia espacial baja. (p. 11)

Previo a estos autores, Céspedes, Valencia, y Santacruz, (2012), ya afirmaban que “La implementación de Realidad Aumentada para la enseñanza de Geometría básica en la educación primaria y parte de la secundaria favorece el proceso de enseñanza aprendizaje ya que dinamiza las clases y genera un mayor interés en los estudiantes” (p. 57).

Por lo anterior, se plantea entonces el uso de la tecnología de Realidad Aumentada (RA) para mediar una estrategia didáctica, que permita un mejor desarrollo del pensamiento métrico espacial, específicamente en la competencia que hace referencia a “conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas” (MEN, 2006, p. 86), en los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los indios. Con ello se pretende el mejoramiento del desempeño académico y de la calidad educativa, así como de un mejor aprovechamiento de los recursos tecnológicos a disposición los estudiantes.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Determinar la incidencia de una estrategia didáctica mediada por realidad aumentada (RA), para el fortalecimiento de la competencia del pensamiento métrico – espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los indios del municipio de Cereté - Córdoba.

1.4.2 Objetivos específicos

Diagnosticar el nivel de desempeño de la competencia del pensamiento métrico - espacial en estudiantes de grado noveno.

Planear las actividades que conforman la estrategia didáctica mediada por RA para el fortalecimiento de la competencia del pensamiento métrico – espacial en estudiantes de grado noveno.

Implementar la aplicación RA que mediará la estrategia didáctica para el fortalecimiento de la competencia del pensamiento métrico – espacial en estudiantes de grado noveno.

Aplicar la estrategia didáctica mediada por RA para el fortalecimiento de la competencia del pensamiento métrico - espacial en estudiantes de grado noveno.

Comparar los resultados de la aplicación de la estrategia didáctica mediada por RA para el fortalecimiento de la competencia del pensamiento métrico – espacial en estudiantes de grado noveno.

2 BASES TEÓRICAS

2.1 ESTADO DEL ARTE

2.1.1 Antecedentes históricos

Según Buitrago, (2015). El mundo de las matemáticas, expuesto como saber instrumental y parte integral de nuestra cultura, no es tan atractivo para los estudiantes cuando deben estudiarla rigurosamente en el aula de clase o en entornos educativos basados en la web. La justificación a esta problemática tiene varias explicaciones; en primer lugar, las matemáticas no son nada fáciles, puesto que el estudiante debe tener un cúmulo de conocimientos, en los cuales debe apoyarse para construir otros. En segundo lugar, los estudiantes muestran una actitud frente a las matemáticas que no favorece su aprendizaje. (párr. 11)

Para el caso particular de los estudiantes de grado noveno, de la Institución Educativa Retiro de los Indios, se evidencia un retroceso en el desarrollo de competencias Matemáticas, de acuerdo a los resultados históricos de pruebas Saber, en cuanto a los niveles de desempeño alcanzados por los estudiantes, durante los tres últimos años evaluados en esta prueba, tal como se observa en la figura 7.

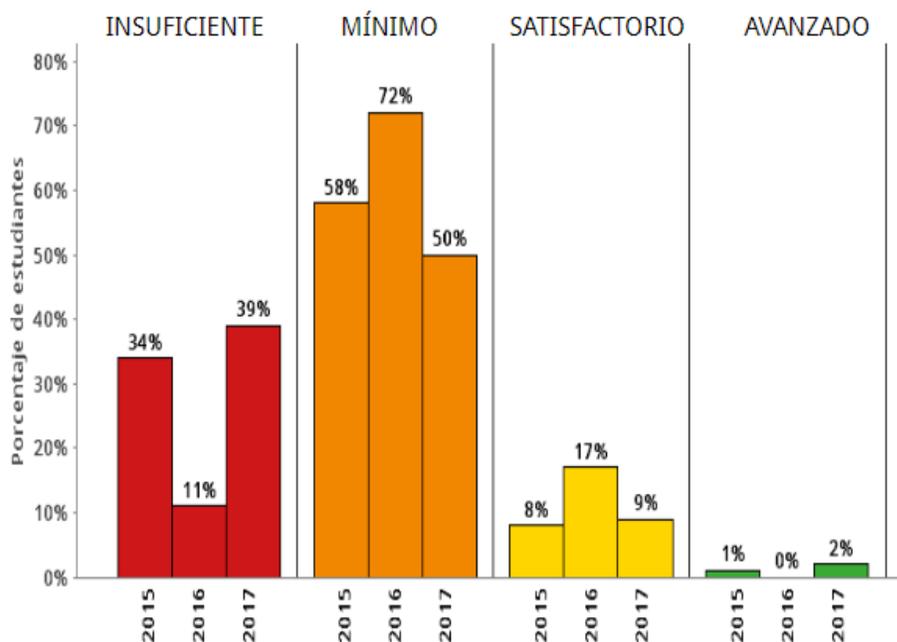


Figura 7. Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño. Matemáticas - grado noveno. (I.E. Retiro de los indios).

Fuente: ICFES, (2018). Informe por colegio.

En esta se puede observar la tendencia de aumento en los niveles mínimo e insuficiente, mientras que los niveles satisfactorio y avanzado son poco perceptibles, llegando incluso a porcentajes nulos para el nivel avanzado. Lo cual es preocupante, atendiendo a la meta institucional del mejoramiento de la calidad educativa y la competitividad de los estudiantes.

De acuerdo a Esteban, Trefftz, y Restrepo, (2006). En los cursos de matemáticas se enfatizan los aspectos numéricos, algebraicos, simbólicos y lógicos; pero, en general, poco se motiva a los alumnos a razonar a partir de los aspectos gráficos que surgen de los conceptos mismos. Es decir, las experiencias de aprendizaje en las que intervengan representaciones visuales asociadas a los conceptos matemáticos son necesarias para integrarlos con aplicaciones relacionadas con su medio ambiente. (p. 121)

Es por ello, que esta investigación pretende explorar nuevas alternativas pedagógicas y didácticas como es el uso de realidad aumentada RA, que permita el mejoramiento de los niveles de desempeño de los estudiantes de grado noveno de la institución, en competencias matemáticas, contribuyendo a su vez, con el mejoramiento de la calidad educativa.

Haciendo una descripción general del contexto, se tiene que la Institución Educativa Retiro de los indios, está ubicada en el corregimiento que lleva su mismo nombre, en zona rural del municipio de Cereté, departamento de Córdoba. La Institución, es de carácter oficial y cuenta con una planta docente de 45 integrantes, 42 docentes de aula, dos coordinadores y un rector, además del personal administrativo y de servicios generales, quienes atienden una población de 938 estudiantes, distribuidos en tres sedes: sede principal, preescolar y Buenavista.

La institución, tiene como misión formar personas autónomas, con sentido crítico, democrático, social y de cooperación, que puedan transferir su conocimiento y ponerlo al servicio de su comunidad y de la sociedad en general, es por ello, que desarrolla un modelo pedagógico constructivista con énfasis en el aprendizaje significativo.

El PEI de la Institución Educativa Retiro de los indios, se enmarca dentro de los lineamientos curriculares exigidos por el ministerio de educación nacional MEN, los estándares básicos de competencia y los DBA, los cuales orientan el plan de área, las mallas curriculares, los planes de clase y el plan de mejoramiento de cada área, entre ellas el área de Matemáticas; dichos planes de área, se actualizan anualmente, conforme a los resultados de pruebas externas e internas.

2.1.2 Antecedentes investigativos

Si bien, el uso de la realidad aumentada no es algo nuevo, su uso en el ámbito educativo resulta interesante y propicio para dar solución a muchas de las problemáticas actuales, en lo que al proceso enseñanza - aprendizaje se refiere, es así, que se pueden citar trabajos de investigación, en los cuales la realidad aumentada favoreció dicho proceso en diversos niveles de la educación, tanto a escala internacional, como nacional y regional, los cuales sirvieron como referentes a esta investigación.

2.1.2.1 Antecedentes Internacionales

En el trabajo realizado por Ruiz et al., (2018), se “enfatisa el desarrollo de la visualización y el uso de la realidad aumentada como método de visualización en los dispositivos móviles, que permiten al alumno experimentar y de ahí obtener una interpretación de los símbolos que se utilizan en Cálculo” (párr.10).

Según Ruiz et al., (2018). Los resultados demostraron que el hecho de haber resuelto los problemas de tipo conceptual no solo implica que el trabajo realizado con el uso de la aplicación y las actividades propuestas, permitió al estudiante modificar sus esquemas mentales relacionados al concepto de derivada y al de razón de cambio instantánea, sino que también mejoró sus competencias relacionadas a la visualización de fenómenos, la reflexión y la resolución de problemas. (párr. 73)

Por otra parte, de acuerdo a Tobar, Fabregat y Baldiris, (2015). La Realidad Aumentada (RA) y el Aprendizaje Basado en Juegos Digitales (DGBl) son dos tendencias que están siendo aplicadas a la educación alrededor del mundo. Sin embargo, las implicaciones relacionadas con la aplicación de ambas tendencias simultáneamente al aprendizaje inclusivo es aún algo por observar. (p. 1)

No obstante, según Tobar et al., (2015), la experiencia en el escenario de observación sugiere que el juego digital logra la inclusión de todos los niños en el proceso de aprendizaje. Todos los estudiantes lograron el objetivo del juego y se sintieron fuertemente motivados en el proceso de aprendizaje que es conveniente para niños con necesidades especiales. (p. 47)

Así mismo, Ribera y Cuadrado, (2016), afirman que si bien la realidad aumentada (RA) es una de las tecnologías emergentes en la actualidad, su uso se ha dedicado casi exclusivamente al ámbito del marketing, la publicidad o el simple enriquecimiento de libros de texto. El aprendizaje móvil pretende integrar el aprendizaje de los contenidos del currículo de Matemáticas en el uso de dispositivos móviles cotidianos y accesibles para el alumnado, fomentando, entre otros, la interactividad entre los alumnos. (p. 1128)

Según Ribera y Cuadrado, (2016). El resultado principal de su propuesta ha sido la creación de una guía didáctica que usa el método de la RA para la visualización de los contenidos teóricos y da ejemplos de operaciones. Por otro lado, este tipo de proyectos sirve para el aprendizaje significativo de los conceptos matemáticos trabajados. De esta forma, los alumnos han podido ser partícipes del aprendizaje de los conceptos introducidos en el aula interactuando con procesos abstractos que aparecen en un lenguaje visual y espacial familiar. (p. 1132)

En su propuesta, De la Torre, Martín, Saorín, Carbonell y Contero, (2015), estudian las posibilidades que ofrecen las tecnologías de realidad aumentada y tabletas multitáctiles en la sustitución de modelos físicos por modelos digitales, con el objetivo de comprender el espacio y las relaciones 2D-3D. Con esta premisa se trata de aportar una metodología de trabajo que pueda servir, no sólo en el campo de la expresión gráfica, sino en aquellos trabajos en los que se requiera la manipulación e interacción con modelos tridimensionales. (p. 3)

Así también, el estudio realizado por Del Cerro y Morales, (2017), tal como afirman “se centra en analizar y comparar los beneficios sobre la capacidad espacial del alumnado con bajo rendimiento a través del uso de material didáctico en RA frente a las aportaciones de los materiales didácticos bidimensionales de uso tradicional” (p. 5). Obteniéndose de acuerdo a los resultados, la mejora de la capacidad de visualización y rotación espacial del alumnado.

Estudios como los realizados por Gibelli, Graziani y Sanz, (2017), “permiten investigar metodologías y estrategias innovadoras que favorezcan procesos educativos mediados por TIC, en particular aquellas consideradas emergentes como la Realidad Aumentada (RA)” (p. 409). Por ello, en su trabajo se presenta una revisión de las herramientas de software disponible para tal fin, con especial énfasis en aquellas que permiten el trabajo con funciones matemáticas en tres dimensiones, poniendo el foco en dos de ellas: Blender y SketchUp.

Así mismo, el trabajo desarrollado por Saldivia, Gibelli y Sanz, (2018), pone de manifiesto que el uso de la RA permitió superponer a objetos físicos ciertos objetos virtuales. Esto facilitó la asociación de manera natural de los conceptos matemáticos con objetos físicos concretos. El escenario real aporta la posibilidad de distinguir, con el soporte de objetos concretos y cotidianos, los elementos constitutivos (vector normal, vector director) de los conceptos matemáticos (plano, recta), y esto puede favorecer así, la comprensión de la posición relativa de ellos en el espacio tridimensional. (p. 312)

2.1.2.2 Antecedentes nacionales

A nivel nacional, los resultados de la investigación realizada por Buitrago, (2015), indican que el uso del paradigma de la realidad aumentada, implementada como estrategia de interacción natural con objetos digitales para el aprendizaje de funciones en varias variables, permitió obtener mejores resultados de forma efectiva y significativa en cuanto al logro de aprendizaje en estudiantes que cursaron la unidad didáctica Cálculo Vectorial, cuya tipología en la dimensión DIC es intermedia e independiente. (párr. 2)

Céspedes, Valencia y Santacruz, (2012), observando la necesidad de representar las figuras sólidas o en 3D en el aula de clase para abordar temas de la geometría espacial, surgió la idea de implementar RA en una herramienta educativa que le permita al estudiante comprender a fondo el concepto tridimensional, pero también que aborde todas las temáticas que deben ser vistas en estas clases y facilitar de esta forma el proceso de enseñanza. (p. 52)

Según Céspedes et al., (2012), “La implementación de Realidad Aumentada para la enseñanza de Geometría básica en la educación primaria y parte de la secundaria favorece el proceso de enseñanza aprendizaje ya que dinamiza las clases y genera un mayor interés en los estudiantes” (p. 57).

Según el trabajo realizado por González, (2017). La realidad aumentada potencia habilidades de razonamiento geométrico dentro del proceso de visualización y en el desarrollo plano de objetos tridimensionales. Abordar lo unidimensional, lo bidimensional y lo tridimensional de manera simultánea alrededor del objeto matemático poliedros regulares es clave en el desarrollo de habilidades de razonamiento geométrico y el establecimiento de atributos y propiedades. (p. 75)

De acuerdo a Esteban et al., (2006), La visualización que se obtiene con el uso de ambientes virtuales, permite integrar los conocimientos previos con los que se les presentan a lo largo del curso de cálculo en varias variables. Por otro lado, el empleo de la visualización y de la virtualidad en el proceso enseñanza y aprendizaje de conceptos matemáticos, conlleva al uso de los medios tecnológicos que se encuentran en el medio, o contribuye a que se puedan desarrollar otros a la medida. Por tanto, el éxito o el fracaso de la enseñanza de los conceptos del cálculo dependen, en buena parte, del uso que los profesores hagan de estas herramientas. (p. 129)

Tal como afirman López y Gutiérrez, (2018). La comprensión de los fenómenos naturales, las características de los contextos y de las relaciones espacio-temporales, puede verse afectada cuando no se emplean los recursos y materiales y se aprovechan espacios innovadores que se adecuen a las demandas de los estudiantes durante el desarrollo didáctico de los programas del currículo. (p. 6)

De acuerdo a la investigación de López y Gutiérrez, (2018), Estos autores afirman que “los resultados indican de modo general que la implementación de la herramienta RA favorece los procesos de aprendizaje” (p. 10).

2.1.2.3 Antecedentes locales

A nivel local, se evidencian resultados favorables en investigaciones, como la realizada por Polo, (2019), la cual plantea “la incidencia que tiene el uso de la herramienta Web 2.0 “Mangus Classroom” en el fortalecimiento de la competencia resolución de problemas tipo PAEV (Problemas Aritméticos con Enunciado Verbal) en estudiantes de Básica Primaria”. (p. 33)

Por su parte, Calderín y Soto, (2014), diseñaron, desarrollaron y probaron una aplicación basada en RA con el fin de apoyar los procesos de aprendizaje de los temas pensamiento espacial y geométrico en alumnos de básica primaria, para lo cual la aplicación permite la resolución de actividades a los alumnos, dicha aplicación fue nombrada MathRoom App estudiante. (p. 85)

De acuerdo a Galván y Navas, (2018). La construcción de objetos informativos, objetos virtuales de aprendizaje o cursos que incorporan elementos tecnológicos innovadores, permiten llamar la atención del estudiante garantizando una mejor transferencia de conceptos y por tanto de competencias a adquirir, es así como se construye una unidad de los módulos GNU/Linux Básico, GNU/Linux Avanzado del programa de Ingeniería de Sistemas apoyado con elementos QR, realidad aumentada y la utilización de dispositivos móviles como herramienta de acceso. (p. 10)

Similar a la anterior investigación, se tiene el trabajo realizado por Chartuni y Sánchez, (2018), quienes desarrollaron una aplicación móvil que implementa tecnologías de realidad aumentada con el fin de exponer el campus ecológico de su universidad. La información mostrada en la aplicación es alojada en la base de datos y storage de Firebase y es gestionada mediante una plataforma web. Estos autores, realizaron pruebas de usabilidad y funcionalidad con resultados exitosos.

Por su parte, Marino y Stefanell, (2012), proponen los dispositivos móviles inteligentes o Smartphones como base tecnológica en el uso de Realidad Aumentada para enriquecer el proceso de aprendizaje como algo innovador, y las características interactivas de esta tecnología que están de acuerdo a las modernas teorías pedagógicas. (p. 25)

En todas las investigaciones antes mencionadas, tanto a nivel internacional, como nacional y local, se hace énfasis en el propósito que cumple la realidad aumentada dentro del proceso enseñanza - aprendizaje de los estudiantes, mostrando resultados favorables en el desempeño de los mismos.

2.2 MARCO REFERENCIAL

2.2.1 Marco Teórico

2.2.1.1 Competencias matemáticas

Según Godino, Batanero y Font, (2004) “La competencia es un rasgo cognitivo y disposicional del sujeto. También que será distinta según el campo profesional, el objeto de saber o la edad” (p. 61). Se entiende entonces la competencia como la capacidad o habilidad que posee un individuo para la realización de algo, en distintos niveles y ámbitos.

Particularmente, según el MEN, (2006), ser matemáticamente competente se concreta de manera específica en el pensamiento lógico y el pensamiento matemático, el cual se subdivide en los cinco tipos de pensamiento propuestos en los Lineamientos Curriculares: el numérico, el espacial, el métrico o de medida, el aleatorio o probabilístico y el variacional. (p. 49)

Esta propuesta se encamina por las competencias matemáticas del pensamiento métrico – espacial, entendiendo estos no como pensamientos disyuntivos, sino como complementos entre ellos mismos, que favorecen el desarrollo de procesos mentales para la creación de nuevo conocimiento.

Según el MEN, (2006), se hace necesario comenzar por la identificación del conocimiento matemático informal de los estudiantes en relación con las actividades prácticas de su entorno y admitir que el aprendizaje de las matemáticas no es una cuestión relacionada únicamente con aspectos cognitivos, sino que involucra factores de orden afectivo y social, vinculados con contextos de aprendizaje particulares. (p. 47)

Por ello, es conveniente ahondar en el estilo de aprendizaje de los estudiantes, de manera que este se vea reflejado en el desarrollo y mejoramiento de sus procesos matemáticos dentro y fuera del aula, le permita una mayor afinidad con su contexto y repercuta gradualmente en el mismo. Un estudiante competente matemáticamente, no sólo asimilará conceptos matemáticos, sino que buscará la forma de ponerlos en práctica en determinadas situaciones, tratando de dar la mejor solución al problema planteado, bien sea de forma hipotética o mejor aún en su entorno real, logrando así el aprendizaje significativo.

De acuerdo al MEN, (1998). El trabajo con objetos bidimensionales y tridimensionales y sus movimientos y transformaciones permite integrar nociones sobre volumen, área y perímetro, lo cual a su vez posibilita conexiones con los sistemas métricos o de medida y con las nociones de simetría, semejanza y congruencia, entre otras. Así, la geometría activa se presenta como una alternativa

para refinar el pensamiento espacial, en tanto se constituye en herramienta privilegiada de exploración y de representación del espacio. (p. 57)

Según el MEN, (2006). Un estándar es un criterio claro y público que permite juzgar si un estudiante, una institución o el sistema educativo en su conjunto cumplen con unas expectativas comunes de calidad; expresa una situación deseada en cuanto a lo que se espera que todos los estudiantes aprendan en cada una de las áreas a lo largo de su paso por la Educación Básica y Media, especificando por grupos de grados (1 a 3, 4 a 5, 6 a 7, 8 a 9, y 10 a 11) el nivel de calidad que se aspira alcanzar. (p. 11)

De los lineamientos curriculares y estándares básicos de competencias, se desprenden en coherencia los derechos básicos de aprendizaje DBA, que de acuerdo al MEN, (2016), “constituyen un conjunto de conocimientos y habilidades que se pueden movilizar de un grado a otro, en función de los procesos de aprendizaje de los estudiantes” (p. 6).

En esta propuesta se aborda un estándar de competencia específico como es “Conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas” (MEN, 2006, p. 86). El cual, se pretende fortalecer con la implementación de la estrategia didáctica mediada por RA.

Del anterior estándar básico de competencia, se desprende el DBA n° 6, que de acuerdo al MEN, (2016), se establece como “Conjetura acerca de las regularidades de las formas bidimensionales y tridimensionales y realiza inferencias a partir de los criterios de semejanza, congruencia y teoremas básicos” (p. 69).

2.2.1.2 Teorías constructivistas

De acuerdo con Saldarriaga, Bravo, y Loor. (2016). En sentido general el constructivismo concibe el conocimiento como una construcción propia del sujeto que se va produciendo día con día resultado de la interacción de los factores cognitivos y sociales, este proceso se realiza de manera permanente y en cualquier entorno en los que el sujeto interactúa. (p. 130)

Según García, (2013), el aprendizaje no es una simple cuestión de transmisión, internalización y acumulación de información, sino que entraña todo un proceso activo por parte del estudiante que lo lleva a ensamblar, extender, restaurar e interpretar la información que percibimos, es decir, construir los conocimientos a partir de los recursos que le brinda su experiencia y las informaciones que recibe a diario. (p. 24)

Como se mencionó previamente, en la Institución Educativa Retiro de los Indios, se desarrolla un modelo pedagógico constructivista que hace énfasis en el aprendizaje

significativo. En concordancia, esta propuesta de investigación, se encamina dentro del mismo modelo pedagógico y a través de la secuencia didáctica desarrollada, busca un acercamiento al aprendizaje significativo, que se espera de los estudiantes de grado noveno de la Institución. A continuación, se especifican las principales teorías que sirvieron como referentes al modelo pedagógico adoptado.

2.2.1.2.1 Teoría constructivista de Jean Piaget

De acuerdo a la teoría de Piaget, (1968), citado en Saldarriaga et al., (2016) el desarrollo de la inteligencia es producto del desarrollo espontáneo, que depende de cuatro factores principales: el desarrollo del niño en término de crecimiento biológico y maduración psicológico; la experiencia, que es un elemento importante para el desarrollo cognitivo; la transmisión social, por la que señala que ningún mensaje ni conducta nueva se incorpora al sujeto si éste no activa las estructuras previas adecuadas para procesarlo, para asimilarlo; y por último el factor de equilibración, que permite la búsqueda interna de nuevos niveles y reorganizaciones de equilibrio mental, después de cada alteración cognoscitiva provocado desde el exterior o auto-provocada. (p. 134)

Se entiende entonces el sujeto como creador de su propio conocimiento, a partir de su desarrollo biológico y psicológico, sus experiencias, su entorno y su capacidad de adaptación mental. Haciendo énfasis en las experiencias, son estas las encargadas de activar al sujeto, de tal forma que pueda realizar sus adaptaciones o “equilibraciones” mentales como las llama Piaget, quien concibe el aprendizaje sólo si existen situaciones de cambio, capaces de producir el desequilibrio y posterior equilibrio de las estructuras mentales del sujeto, de tal forma que al lograr crear la adaptación este produzca nuevo conocimiento, pero se requiere la existencia de estructuras previas.

Con base en la teoría de Piaget, se puede entonces hablar de los estímulos que proporcionan la experiencia y el entorno al sujeto, para que este pueda reacomodar sus ideas, de acuerdo a su estado de maduración y concebirlas como nuevo conocimiento.

Según Saldarriaga et al., (2016), “Desde el punto de vista piagetiano el conocimiento resulta de la interacción entre sujeto y objeto, es decir que el conocimiento no radica en los objetos, ni en el sujeto sino en la interacción entre ambos” (p. 136). Lo anterior, constituye un elemento fundamental que sugiere el rol docente como mediador entre el estudiante y el objeto de conocimiento, es quien debe proporcionar el ambiente y las herramientas que permitan dicha interacción.

2.2.1.2.2 Teoría del aprendizaje significativo de Ausubel

De forma general, el aprendizaje significativo, supone la construcción de nuevo conocimiento, a partir de referentes previos, donde la nueva información permitirá modificar los esquemas cognitivos previamente elaborados. No obstante, debe existir una relación o significación que estimule las ideas previas, dando paso a nuevas estructuras elaboradas por el sujeto.

Según Barreto, Gutiérrez, Pinilla y Parra, (2006). Desde el punto de vista didáctico y metodológico, resulta interesante la noción de "aprendizaje significativo", que desempeña un destacado papel en estas teorías, debido a que hace falta conectar los contenidos de la enseñanza con los intereses de los alumnos, con lo que resulta significativo para ellos, con respecto a su situación social, cultural y personal. (párr. 70)

Dicho en otras palabras, el alumno le dará significado a aquello que para él sea sustancial desde su propio entorno. Es aquí donde radica la importancia del conocimiento del sujeto que conoce, o del alumno que "aprende", entendiendo el proceso de aprender como algo inherente al sujeto mismo. Cada alumno aprende a su propio ritmo y utiliza diversos mecanismos para lograr su aprendizaje. Así mismo, cada alumno toma del medio lo que requiere para elaborar su propio conocimiento.

Ausubel, Novak y Hanesian, (1983), citados en Ausubel, (1999), afirman que "Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente" (p. 2). Por lo tanto, no se parte de una mente en blanco, sino de estructuras mentales previamente elaboradas, las cuales se irán modificando conforme se relacionan con la nueva información, ahora bien, cuanto mayor sea la relación que se establezca entre estos parámetros, se tendrá un mayor grado de aprendizaje significativo.

De acuerdo con Ausubel, (1999), la característica más importante del aprendizaje significativo es que, produce una interacción entre los conocimientos más relevantes de la estructura cognitiva y las nuevas informaciones (no es una simple asociación), de tal modo que éstas adquieren un significado y son integradas a la estructura cognitiva de manera no arbitraria y sustancial, favoreciendo la diferenciación, evolución y estabilidad de los subsunores (conceptos relevantes) preexistentes y consecuentemente de toda la estructura cognitiva. (p. 2)

Esta propuesta, está diseñada para que el estudiante pueda explorar de forma previa los conceptos referentes a los poliedros regulares y prismas, y posteriormente, hacer uso de una herramienta tecnológica innovadora, que despierte su interés y le permita reforzar lo aprendido de manera previa, creando la relación de significancia con el objeto de estudio, a través del uso de realidad aumentada, favoreciendo el logro de mejores niveles de desempeño.

2.2.1.3 Definición de la Didáctica

Si bien, existen muchas definiciones de lo que es la didáctica, Pla et al., (2010), citado en Abreu, Gallegos, Jácome y Martínez, (2017), establece una relación entre la Pedagogía y la Didáctica, manifestando que La Didáctica es una rama de la Pedagogía, que adquiere el carácter de ciencia en la medida que estudia un nivel cualitativo de organización del proceso educativo que posee peculiaridades, que tienen que ver con las relaciones internas que se producen entre el educador y el alumno mediados por los componentes: objetivos, contenidos, métodos, formas, medios, evaluación desde un objeto preciso del conocimiento. (p. 89)

Por su parte, y con el objeto de mejorar esta definición, Abreu et al., (2017), plantea que la Didáctica es una de las ciencias de la educación en pleno desarrollo. Está estrechamente vinculada con otras ciencias que intervienen en el proceso de enseñanza - aprendizaje integrado e institucionalizado, especialmente con la Pedagogía, pero conserva sus particularidades y su esencia propia. Como ciencia orienta, socializa, integra y sistematiza en un cuerpo teórico en evolución ascendente, continua y sistemática, los resultados investigativos y de la experiencia acumulada en la práctica educativa, orientados a la exploración de la realidad del aula, a la detección, el estudio y la búsqueda de soluciones acertadas de los problemas que afectan e impiden el desarrollo óptimo, eficaz y eficiente del proceso de enseñanza - aprendizaje en su manifestación más amplia y contemporánea, que implica emocional y físicamente a profesores y estudiantes y los coloca en posición de éxito, en roles diferentes, pero con un propósito similar, a los primeros como guías, conductores del mismo y a los últimos como sujetos de su propio aprendizaje capaces de aprender el contenido de las asignaturas y los métodos para conseguirlo y de valorar críticamente las estrategias aplicadas para lograrlo, revela al método como parte del contenido, crea y desarrolla estructuras de participación que se sustentan en el diálogo y la retroalimentación, que facilitan la construcción y el desarrollo del aprendizaje, concebido, ejecutado y dirigido en el marco de instituciones educativas, para explicar, relacionar, demostrar y aplicar conocimientos necesarios para la vida práctica, en función de la formación integral de la personalidad, mediante el ascenso progresivo de la dependencia a la independencia autorregulada y a la capacidad de aprender por sí mismo durante toda la vida, en correspondencia con sus aspiraciones, sociales, grupales e individuales y el contexto, en un entorno histórico concreto. (p. 89)

Si bien esta es una definición bastante amplia, da cuenta de la Didáctica, no como herramienta, sino como ciencia, que abarca e implica todo un proceso sistemático, en el cual se involucran docentes y estudiantes como actores dentro del proceso enseñanza – aprendizaje. Su intencionalidad y su repercusión más allá del aula, inmersa en el contexto institucional particular y trascendida al contexto social del sujeto que aprende.

En esta propuesta se presenta la estrategia didáctica mediada por RA, entendiendo el carácter didáctico de la misma, como una generalidad, que implica no sólo el método, sino la intencionalidad de lo que se pretende lograr en el estudiante, los objetivos en cada etapa de su implementación, así como las características particulares del estudiantado, como lo es el estilo de aprendizaje inmerso en la secuencia, además del rol del docente como facilitador del método de interacción entre el estudiante y el objeto de estudio.

Según Cabello, (2013), citado en Soto, (2017). La acepción de didáctica es específica de la disciplina, y por tanto, no se sostiene la idea de una didáctica general, sometida a la pedagogía, sino al conjunto de didácticas (de la Matemática, de la Física, de la Biología, de la Historia, etcétera), que tienen su particularidad en los problemas que emergen de sus propios objetos de conocimiento, en los procesos de enseñanza y aprendizaje de éstos. (p. 38)

2.2.1.3.1 Didáctica en las Matemáticas

Según Godino et al, (2004). El aprendizaje y la enseñanza deben tener en cuenta que es natural que los alumnos tengan dificultades y cometan errores en su proceso de aprendizaje y que se puede aprender de los propios errores. Esta es la posición de las teorías psicológicas constructivistas sobre el aprendizaje de las matemáticas, las cuales se basan a su vez en la visión filosófica sobre las matemáticas, conocida como constructivismo social. (p. 20)

De acuerdo a Soto, (2017). Se empieza a concebir la Didáctica de las Matemáticas como ciencia, en la que no sólo se considera los aportes de la etapa clásica (desde otras disciplinas, con aportes de teóricos como: Piaget, Vigotsky, Ausubel, entre otros) sino que se abordan fundamentalmente y como punto de inicio, las propias Matemáticas. (p. 37)

Lo que se pretende entonces desde la didáctica de las Matemáticas como ciencia particular, es el estudio de los fenómenos concernientes al conocimiento matemático y de todos los procesos y actores que este implica.

2.2.1.3.2 Teoría de las situaciones didácticas

De acuerdo a Soto, (2017). El funcionamiento que conlleva un hecho didáctico no se explica estudiando por separado cada uno de sus componentes, sino que hay que considerar de forma conjunta los sistemas didácticos presentes en una clase, que están formados por el profesor, los alumnos y el saber enseñado. La Didáctica Fundamental, de origen sistémico, tiene como núcleo generador la Teoría de las Situaciones Didácticas, de Guy Brousseau. (p. 39)

Según Brousseau, (2000), La teoría de las situaciones aparece entonces como un recurso privilegiado, no solamente para comprender lo que hacen los profesores y los alumnos, sino también para producir problemas o ejercicios adaptados a los saberes y a los alumnos y para producir finalmente un recurso de comunicación entre los investigadores y con los profesores. (p. 11)

Esta teoría de las situaciones didácticas, permite entonces escoger la manera más adecuada de transmitir un conocimiento matemático, teniendo en cuenta las características del sujeto que aprende, el objeto de conocimiento y la forma como se logra la interacción entre ambos. Así mismo, el docente juega un rol fundamental por cuanto proporciona el medio para lograr la interacción.

2.2.2 Marco Conceptual

2.2.2.1 Figuras bidimensionales

“La capacidad espacial presume la conjunción de la aptitud, así como también de la habilidad de manipular mentalmente objetos en un espacio tridimensional, así como también las destrezas para reconocer objetos geométricos mediante el reconocimiento de sus lados” (Fuster, 2016, citado en Guayta, 2018, p. 35).

Bidimensional se refiere a dos dimensiones, que pueden ser, ancho y largo, sin tomar en cuenta la profundidad. En Geometría, se tiene que todos los cuerpos planos son bidimensionales, entre ellos todos los polígonos (triángulos, cuadrados, rombos, etc.) y también los círculos y las elipses, entre otras figuras contenidas en un plano.

En las figuras planas o bidimensionales, se pueden calcular tanto el perímetro como el área de dichas figuras, basados en fórmulas matemáticas definidas para cada figura regular, o bien en la descomposición de la misma si se trata de una figura irregular.

2.2.2.2 Figuras tridimensionales

“Las Figuras Tridimensionales son también llamados sólidos. Son una porción del espacio limitado por caras planas o curvas. A diferencia de las figuras geométricas comunes, que solo tienen 2 dimensiones (Ancho, Largo), estas tienen 3 dimensiones adicionándole la profundidad” (Google sites, 2019). Entre estas se tienen los cuerpos redondos (cilindro, cono y esfera), así como los poliedros (regulares e irregulares).

Según Joya, (2013) “Un poliedro es un cuerpo geométrico limitado por cuatro o más polígonos, denominados caras. Los lados y vértices de las caras son, respectivamente, las aristas y los vértices del poliedro” (p. 278), entre estos están

los poliedros regulares o platónicos, los prismas y las pirámides. Dado que poseen tres dimensiones, en las figuras tridimensionales se puede calcular el área superficial del sólido, así como el volumen, aplicando fórmulas matemáticas dependiendo del sólido.

En esa propuesta se trabajaron los poliedros, específicamente los poliedros regulares y prismas, pertenecientes al currículo de grado noveno, dentro del estándar básico de competencias correspondiente a “Conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas” (MEN, 2006, p. 86).

2.2.2.3 Realidad Aumentada (RA)

De acuerdo con García, (2013). “Gracias a la innovación tecnológica es posible la creación de nuevos entornos, tanto comunicativos como expresivos, los cuales posibilitan el desarrollo de nuevas experiencias formativas y educativas” (p. 29). En esta propuesta se destaca la realidad aumentada (RA), como tecnología emergente en educación y que ha demostrado resultados favorables en el proceso enseñanza - aprendizaje.

Según Guayta, (2018), varios autores, han generado conceptos de realidad aumentada que para cada momento incluyeron la esencia de los avances tecnológicos disponibles, en lo sucesivo se define la RA como la tecnología mixta que se encarga de generar percepciones artificiales de carácter mixto, en el cual se conjugan elementos de la realidad tangible con información de estos o con otros elementos de interés para el usuario con los cuales puede interactuar. (p. 10)

Según Godino et al., (2004). El conocimiento lógico-matemático hunde sus raíces en la capacidad del ser humano para establecer relaciones entre los objetos o situaciones a partir de la actividad que ejerce sobre los mismos y, muy especialmente, en su capacidad para abstraer y tomar en consideración dichas relaciones en detrimento de otras igualmente presentes. (p. 29)

La interacción entre el sujeto y la realidad con objetos virtuales es lo que otorga a la RA su carácter particular y que la convierte en una opción atrayente y de interés para el público joven, lo que se convierte en una ventaja dentro del proceso enseñanza – aprendizaje, en especial en el campo de la Matemática.

Para el funcionamiento del sistema de RA se requiere: captura e identificación de la escena, combinación de elementos reales con los simulados y finalmente la proyección de la nueva escena con realidad aumentada. La captura del escenario es posible a través de cámaras o por vía del GPS incluido por los dispositivos, especialmente los móviles, así mismo, las cámaras que se emplean pueden ser internas o externas al dispositivo donde se proyecta la realidad aumentada, como la mayoría de las Webcam, que se incorporan en los actuales teléfonos celulares

(Abdulmuslih, 2012). Por su parte, el reconocimiento del escenario puede obtenerse por medio de dos vías principales, la visual, y por medio de GPS, el reconocimiento visual implica la utilización de los llamados “Marcadores”, estas son señales visuales detectadas por el sistema que genera la RA, dichos marcadores son captados por la cámara y el sistema los interpreta como desencadenantes del efecto programado, los puntos físicos o bordes, reconocidos por el sistema dentro de los marcadores, son empleados por el sistema para procesar la posición del dispositivo y la orientación de este, con lo cual se genera eficazmente la proyección de la RA (Moralejo, 2014; Abdulmuslih, 2012 citados en Guayta, 2018, p. 11).

El método de reconocimiento mediante GPS, se basa en el empleo de la capacidad de geo posicionamiento de los teléfonos móviles, al utilizar la cámara del dispositivo a través de la aplicación de RA, esta envía las coordenadas y la posición real del teléfono a un servidor, el cual, regresa al dispositivo la información necesaria para generar el efecto de RA (Moralejo, 2014; Abdulmuslih, 2012, citados en Guayta, 2018, p. 13)

Esta tecnología proporciona entonces la interacción entre el estudiante como sujeto que aprende y los objetos de estudio, de tal forma que proporciona experiencias significativas, que desencadenan en la producción de nuevo conocimiento, acercándose de este modo al aprendizaje significativo propuesto por Ausubel.

3 DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta propuesta consiste en una investigación aplicada y de campo, que se fundamenta en un enfoque mixto puro, (Cualitativo - Cuantitativo), de tipo secuencial.

De acuerdo con Hernández y Mendoza, (2018), los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (denominadas metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. (p. 50)

Según Hernández y Mendoza, (2018), “en los diseños secuenciales, los datos recolectados y analizados en una fase del estudio (CUAN o CUAL) se utilizan para informar a la otra fase o desarrollarla (CUAL o CUAN)” (p. 627). En esta investigación, se otorgó el mismo peso a ambas metodologías.

3.2 HIPÓTESIS

H₀: La estrategia didáctica mediada por realidad aumentada (RA) fortalece la competencia del pensamiento métrico – espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los indios.

H₁: La estrategia didáctica mediada por realidad aumentada (RA) no fortalece la competencia del pensamiento métrico – espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los indios.

3.3 VARIABLES

3.3.1 Variable independiente

Estrategia didáctica mediada por RA.

3.3.2 Variable dependiente

Nivel de desempeño académico de los estudiantes en la competencia del pensamiento métrico - espacial.

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.4.1 Operacionalización de la variable independiente

A continuación, en la tabla 1, se muestra la operacionalización de la variable independiente (Estrategia didáctica mediada por RA), y se especifican las dimensiones, indicadores e instrumentos para validarla.

Tabla 1. Operacionalización de la variable independiente.

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Estrategia didáctica mediada por RA	Secuencia de aprendizaje basada en el uso de una aplicación de Realidad Aumentada (Geometría - Realidad Aumentada) para reconocer propiedades de algunos sólidos geométricos (poliedros regulares y prismas).	Facilidad de aprendizaje Eficiencia Tiempo Satisfacción	<ul style="list-style-type: none"> • El software empleado en la estrategia didáctica es accesible al alumnado. • El software empleado permite interactuar con los objetos de forma sencilla. • El software empleado es portable. • Permite explorar los sólidos geométricos desde diferentes perspectivas. • Permite el desarrollo de la temática de manera más ágil. • Permite la comprensión de la temática. • Permite proponer nuevas estructuras geométricas basadas en sólidos geométricos. • Permite resolver problemas del contexto que involucran sólidos geométricos. 	Test de estilos de aprendizaje. Secuencia didáctica mediada por aplicación de RA.

Fuente: Autor, basado en Rojas, (2018).

3.4.2 Operacionalización de la variable dependiente

En la tabla 2, se muestra la operacionalización de la variable dependiente (Nivel de desempeño académico de los estudiantes en la competencia del pensamiento métrico - espacial.) y se especifican las dimensiones, indicadores e instrumentos para validarla.

Tabla 2. Operacionalización de la variable dependiente.

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Nivel de desempeño académico de los estudiantes en la competencia del pensamiento métrico - espacial.	La competencia a desarrollar en los estudiantes de grado noveno es “Conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas” (MEN, 2006, p. 86).	Comunica su comprensión sobre las formas y relaciones geométricas. Usa estrategias y procedimientos para orientarse en el espacio.	<ul style="list-style-type: none"> Reconoce los elementos constitutivos de los poliedros (caras, aristas y vértices). Interpreta las expresiones algebraicas que representan el volumen y el área de diferentes poliedros. Resuelve y formula problemas en los que se relacionan magnitudes de figuras planas y poliedros. 	Pretest. Postest.

Fuente: Autor, basado en Rojas, (2018)

3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1 Población

El universo en esta investigación, está constituido por los 71 estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los indios del municipio de Cereté – Córdoba, matriculados para el año 2020.

Los estudiantes están distribuidos en dos grupos de 35 y 36 estudiantes, se tienen 32 niñas y 39 niños, con edad promedio de 15 años, pertenecientes a los estratos socioeconómicos 1 y 2. En su mayoría, viven con madre y padre, algunos sólo con la madre y unos cuantos están a cargo de otros familiares.

Las familias son, en general, campesinos, agricultores, amas de casa y madres cabeza de hogar con bajo nivel de escolaridad, quienes laboran realizando oficios varios, bien sea en el corregimiento o en los municipios cercanos, lo que dificulta el proceso de acompañamiento académico de los estudiantes en sus hogares y afecta sus hábitos de estudio.

La economía de estas familias, se basa en la agricultura, principalmente de frutas y hortalizas y destacan cultivos importantes como son el algodón y el maíz, este último se convierte en la materia prima de productos alimenticios artesanales, que han permitido el sustento de varias familias en la zona, las cuales han creado microempresas productoras, mejorando así sus ingresos.

Debido a la cercanía del corregimiento con la cabecera municipal, se cuenta con algunos servicios públicos básicos, como la electricidad y el agua potable. No obstante, los servicios de telecomunicaciones como internet, aún no son de uso masivo y la gran mayoría de los estudiantes carecen de tecnología para su uso.

3.5.2 Muestra

Se utilizó una muestra idéntica. Según Hernández y Mendoza, (2018), “Una relación idéntica significa que la misma muestra participa en ambas ramas (cuantitativa y cualitativa), se trata de una sola muestra” (p. 650). Si bien se planteó inicialmente una muestra de 30 estudiantes, debido a la situación actual de contingencia por motivos de COVID-19, se modificó el número de la muestra de estudio, la cual se constituyó de 20 estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los indios del municipio de Cereté – Córdoba, matriculados para el año 2020, escogidos sin distinción de edad, género o nivel de desempeño académico, sólo se tuvo en cuenta la disponibilidad en casa de dispositivos móviles con tecnología Android para instalación de la aplicación RA, requerida en la secuencia didáctica.

3.6 PROCEDIMIENTO

Dado que el objetivo de esta propuesta secuencial, es determinar la incidencia de la estrategia didáctica mediada por realidad aumentada (RA), para el fortalecimiento de la competencia del pensamiento métrico – espacial en estudiantes de grado noveno, referente a “Conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas” (MEN, 2006, p. 86), la propuesta se desarrolló en dos fases:

La primera fase, de tipo cualitativo, consistió en la exploración de los intereses del alumnado y sus estilos de aprendizaje, mediante la aplicación de un test de estilos de aprendizaje, cuyos resultados permitieron contextualizar, precisar y desarrollar la estrategia didáctica mediada por RA.

La segunda fase, de tipo cuantitativo, se realizó para demostrar la hipótesis nula (H_0) de que la estrategia didáctica mediada por RA fortalece la competencia del pensamiento métrico – espacial en estudiantes de grado noveno. Por medio de la comparación de los desempeños académicos obtenidos (variable dependiente), antes y después de la implementación de la estrategia didáctica (variable independiente), en una muestra de los estudiantes de grado noveno de la institución educativa Retiro de los indios, del municipio de Cereté.

Para desarrollar la segunda fase, se abordó la temática de poliedros platónicos o regulares y prismas, correspondientes al currículo de grado noveno, utilizando una guía impresa de actividades, la cual desarrollaron los estudiantes en sus casas, dado el estado de contingencia por COVID-19.

Luego, se aplicó una prueba escrita anexa en la guía impresa, para medir el nivel de desempeño académico de los estudiantes.

Posteriormente, se les entregó una segunda guía impresa con la secuencia de actividades mediadas por la aplicación RA, para ser desarrollada también en casa y con la supervisión de los padres de familia. Consecutivamente, se les aplicó una segunda prueba escrita, anexa en la guía, similar a la primera, (examen tipo Icfes) para medir el nivel de desempeño académico. Así mismo, se verificó la normalidad de los datos obtenidos, en el primer y segundo test, utilizando la prueba estadística Shapiro-Wilk (por ser la muestra menor a 50 datos) y se aplicó una prueba de homogeneidad de varianzas.

Finalmente, se aplicó una prueba t - student para muestras relacionadas con nivel de significancia $\alpha = 0,05$ para aceptar o rechazar la hipótesis nula (H_0).

Según Amat, (2016), dos medias son dependientes o pareadas cuando proceden de grupos o muestras dependientes, esto es, cuando existe una relación entre las observaciones de las muestras. Este escenario ocurre a menudo cuando los

resultados se generan a partir de los mismos individuos bajo dos condiciones distintas. (párr. 42)

3.6.1 Diseño Metodológico

Fase 1. Investigación cualitativa

Etapa 1.1. Selección de la encuesta. Se tuvo en cuenta los intereses del alumnado y sus estilos de aprendizaje.

Paso 1.1.1. Revisión bibliográfica de material existente.

Paso 1.1.2. Contextualización de las preguntas de la encuesta.

Paso 1.1.3. Diseño y presentación del formato.

Etapa 1.2. Aplicación de la encuesta.

Paso 1.2.1. Selección de la muestra dadas las condiciones de contingencia por COVID-19.

Paso 1.2.2. Aplicación del formato de la encuesta.

Etapa 1.3. Análisis de resultados de la encuesta.

Paso 1.3.1. Tabulación de resultados de la encuesta.

Paso 1.3.2. Análisis cualitativo de los resultados de la encuesta.

Fase 2. Investigación cuantitativa.

Etapa 2.1. Desarrollo de la temática (poliedros regulares y prismas) sin la implementación de tecnología RA.

Paso 2.1.1. Elaboración de la guía impresa de actividades.

Paso 2.1.2. Explicación de la temática, mediante actividades secuenciales y observación de imágenes.

Paso 2.1.3. Aplicación de la guía impresa de actividades.

Etapa 2.2. Evaluación diagnóstica.

Paso 2.2.1. Elaboración de la prueba escrita tipo Icfes (pretest), con preguntas basadas en competencia del pensamiento métrico espacial y previamente avaladas por el Icfes.

Paso 2.2.2. Aplicación del pretest a los estudiantes.

Etapa 2.3. Análisis de resultados del pretest.

Paso 2.3.1. Revisión y calificación del pretest. Se utilizó una escala numérica de calificación, según el sistema de evaluación institucional, para definir el nivel de desempeño obtenido por los estudiantes, de la siguiente forma: desempeño bajo (0,0 – 2,9); desempeño básico (3 – 3,9); desempeño alto (4 – 4,5) y desempeño superior (4,6 – 5,0).

Paso 2.3.2. Prueba de normalidad de datos. Se calculó la media aritmética de los datos, la varianza y desviación estándar de los mismos. Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk.

Etapa 2.4. Desarrollo de la estrategia didáctica mediada por RA. Se hizo de acuerdo a los resultados arrojados en la fase 1.

Paso 2.4.1. Selección de la aplicación de RA. Se tuvo en cuenta los parámetros descritos en la operacionalización de la variable independiente.

Paso 2.4.2. Instalación de la aplicación de RA en los equipos disponibles en casa (Teléfonos móviles con tecnología Android).

Paso 2.4.3. Elaboración de la guía impresa de actividades, mediadas por la aplicación de RA.

Etapa 2.5. Aplicación de la estrategia didáctica mediada por RA.

Paso 2.5.1. Exploración de la aplicación RA instalada en los equipos.

Paso 2.5.2. Desarrollo de las actividades de la guía impresa, mediada por RA.

Etapa 2.6. Evaluación postest.

Paso 2.6.1. Elaboración de la prueba escrita tipo Icfes (postest), con preguntas basadas en competencia del pensamiento métrico espacial y previamente avaladas por el Icfes.

Paso 2.6.2. Aplicación del postest a los estudiantes.

Etapa 2.7. Análisis de resultados del postest.

Paso 2.7.1. Revisión y calificación del postest. Se utilizó una escala numérica de calificación, según el sistema de evaluación institucional,

para definir el nivel de desempeño obtenido por los estudiantes, de la siguiente forma: desempeño bajo (0,0 – 2,9); desempeño básico (3 – 3,9); desempeño alto (4 – 4,5) y desempeño superior (4,6 – 5,0).

Paso 2.7.2. Prueba de normalidad de datos. Se calculó la media aritmética de los datos, la varianza y desviación estándar de los mismos. Se aplicó la prueba Shapiro-Wilk.

Etapa 2.8. Análisis estadístico comparativo de resultados.

Paso 2.8.1. Aplicación de prueba de homogeneidad de varianzas.

Paso 2.8.2. Aplicación de prueba t - student con $\alpha = 0,05$ para muestras relacionadas.

Paso 2.8.3. Aceptación o rechazo de la hipótesis nula (H_0).

3.7 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.7.1 Encuesta

Inicialmente, se aplicó a los estudiantes de la muestra, el “Test estilos de aprendizaje PNL Lynn O’Brien (1990)”, el cual consiste en un test de 36 preguntas, en el que cada participante debía leer cuidadosamente cada oración, luego, en cada línea debía escribir el número que mejor describe la reacción a cada oración. Dicho test permitió obtener un resultado del canal de aprendizaje de preferencia de cada estudiante, mediante la sumatoria de cada respuesta por canal de aprendizaje visual, auditivo o kinestésico (V- A- K). (Ver anexo A.)

De acuerdo a García Cué (2006) citado en García Cué, Santizo y Alonso, (2009), define Estilos de Aprendizaje como los rasgos cognitivos, afectivos, fisiológicos, de preferencias por el uso de los sentidos, ambiente, cultura, psicología, comodidad, desarrollo y personalidad que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo las personas perciben, interrelacionan y responden a sus ambientes de aprendizaje y a sus propios métodos o estrategias en su forma de aprender. (p. 4)

De acuerdo a Puello, Fernández y Cabarcas, (2014), el Modelo de Programación Neurolingüística de John Grinder y Richard Bandler (1982), lo llamaron visual-auditivo-kinestésico (VAK). Toma en cuenta tres (3) grandes sistemas para representar mentalmente la información, el visual, el auditivo y el kinestésico, empleando el sistema de representación visual siempre que se recuerden imágenes abstractas y concretas. El sistema de representación auditivo es el permite escuchar en nuestra mente voces, sonidos y música. Este modelo define tres (3) elementos

como constituyentes claves de la conducta humana: i) Visual - Entiende el mundo tal como lo ve. Recuerda lo que ve; ii) Auditivo - Excelente conversador. Recuerda lo que oye; y iii) Kinestésico - Procesa asociando al cuerpo. Recuerda lo que hace. (p. 17)

El resultado de este test permitió realizar un mejor diseño y contextualización de la secuencia didáctica mediada por RA, con base en el estilo de aprendizaje de preferencia del alumnado, lo cual, es de suponer, da mejor operacionalización a la variable independiente (Estrategia didáctica mediada por RA).

3.7.2 Pretest

Luego de la implementación de la secuencia didáctica sin la aplicación de tecnología RA, se aplicó una prueba de conocimientos mediante un test tipo Icfes, (preguntas de selección múltiple con única respuesta), conformado por diez preguntas, previamente avaladas por el ministerio de educación nacional MEN y el Icfes (Ver Anexo B), las cuales, tienen correspondencia con la competencia del pensamiento métrico espacial “Conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas” (MEN, 2006, p. 86) y se ajustaron a un nivel de desempeño mínimo y satisfactorio, según lo establecido por el Icfes en el análisis de la estructura de las mismas. (Ver Anexo C).

Este test inicial o pretest, se calificó utilizando la escala actual del sistema de evaluación de la institución, que va de 0 a 5, distribuyendo los desempeños así: (0 – 2,9) desempeño bajo; (3,0 – 3,9) desempeño básico; (4,0 – 4,5) desempeño alto y (4,6 – 5,0) desempeño superior. Permitiendo así diagnosticar el nivel de desempeño alcanzado en la competencia del pensamiento métrico – espacial evaluada en estudiantes de grado noveno (variable dependiente).

3.7.3 Postest

Luego de la implementación de la secuencia didáctica mediada por tecnología RA, se aplicó una segunda prueba de conocimientos mediante un test tipo Icfes, (preguntas de selección múltiple con única respuesta), conformado por diez preguntas, previamente avaladas por el ministerio de educación nacional MEN, y el Icfes (Ver anexo D), las cuales, tienen correspondencia con la competencia del pensamiento métrico espacial “Conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas” (MEN, 2006, p. 86) y se ajustaron a un nivel de desempeño satisfactorio y avanzado, según lo establecido por el Icfes en el análisis de la estructura de las mismas. (Ver Anexo E).

Este test final, se calificó utilizando la escala actual del sistema de evaluación de la Institución, que va de 0 a 5, distribuyendo los desempeños así: (0 – 2,9) desempeño bajo; (3,0 – 3,9) desempeño básico; (4,0 – 4,5) desempeño alto y (4,6 – 5,0) desempeño superior. Su resultado, determina el nivel de desempeño de los estudiantes de grado noveno, luego de la implementación de la estrategia didáctica mediada por RA, dando operatividad a la variable dependiente, al comparar los resultados antes y después de la implementación.

3.8 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

En la primera fase de tipo cualitativo, se analizaron los resultados del test de estilos de aprendizaje, aplicado a cada uno de los veinte estudiantes de la muestra (Anexo F), realizando la sumatoria del valor correspondiente a cada estilo de aprendizaje (V - A - K), estableciendo el porcentaje de cada uno, con base al puntaje total obtenido en cada test. Luego se caracterizó el estilo de aprendizaje por medio de tablas y gráficos de distribución porcentual de frecuencias, de tal forma que se escogió el estilo de aprendizaje con mayor frecuencia porcentual.

En la fase cuantitativa, se aplicó tanto estadística descriptiva, como estadística inferencial. Se tuvo en cuenta las medidas de tendencia central aplicadas al conjunto de datos de los resultados arrojados del pretest y postest desarrollados por la muestra de estudiantes. En este caso se calculó la media aritmética (calificación numérica) de los resultados obtenidos, tanto en el pretest, como en el postest. Así mismo, se verificó la normalidad de los datos en ambas pruebas, realizando el cálculo de la varianza y la desviación estándar en cada caso.

Se utilizó software estadístico IBM SPSS, para el cálculo de las medias de los resultados en el pretest y en el postest, el cálculo de la varianza y la desviación estándar, así como para la prueba de normalidad en ambos test, mediante el cual se aplicó la prueba Shapiro-Wilk (por ser la muestra menor a 50 datos), la prueba Levene de homogeneidad de varianzas y la prueba T de Student para muestras relacionadas, con $\alpha = 0,05$ mediante la cual, se compararon las medias del grupo de estudiantes, en los resultados del pretest y del postest, para aceptar o rechazar la hipótesis nula de esta investigación H_0 : La estrategia didáctica mediada por realidad aumentada (RA) fortalece la competencia del pensamiento métrico – espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los indios. Los datos utilizados y los respectivos análisis estadísticos se pueden evidenciar en el anexo Y.

4 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Para llevar a cabo el desarrollo de esta investigación, se contó inicialmente, con la debida autorización por parte de la directiva de la Institución Educativa Retiro de los indios, quien puso al servicio de este proyecto los recursos físicos y tecnológicos disponibles.

Así mismo, se hizo necesario informar de manera previa a los padres de familia y estudiantes del grado noveno, matriculados en la institución para el año lectivo 2020, sobre el trabajo de investigación que se realizó, de tal forma, que los primeros, mediante el consentimiento informado, autorizaron la participación de sus hijos en el desarrollo de la investigación. Lo anterior, se constata en el cuadro del “Documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander”, en el cual se relacionaron los nombres y documentos de identificación de los estudiantes pertenecientes a la muestra y de sus padres, junto con el consentimiento y firma de estos últimos. (Ver anexo F)

Así también, al final de este documento en el anexo X, se pueden constatar los consentimientos firmados de forma individual por cada padre de familia o representante legal de cada estudiante.

De acuerdo a lo establecido por el decreto 1377 de 2013, por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 1581 de 2012 con la que se expidió el Régimen General de Protección de Datos Personales, el cual, de conformidad con su artículo 1°, tiene por objeto “(...) desarrollar el derecho constitucional que tienen todas las personas a conocer, actualizar y rectificar las informaciones que se hayan recogido sobre ellas en bases de datos o archivos, y los demás derechos, libertades y garantías constitucionales a que se refiere el artículo 15 de la Constitución Política; así como el derecho a la información consagrado en el artículo 20 de la misma”.

El artículo 12 del decreto 1377 establece los requisitos especiales para el tratamiento de datos personales de niños, niñas y adolescentes. El Tratamiento de datos personales de niños, niñas y adolescentes está prohibido, excepto cuando se trate de datos de naturaleza pública, de conformidad con lo establecido en el artículo 7° de la Ley 1581 de 2012 y cuando dicho Tratamiento cumpla con los siguientes parámetros y requisitos:

1. Que responda y respete el interés superior de los niños, niñas y adolescentes.
2. Que se asegure el respeto de sus derechos fundamentales.

Cumplidos los anteriores requisitos, el representante legal del niño, niña o adolescente otorgará la autorización previo ejercicio del menor de su derecho a ser escuchado, opinión que será valorada teniendo en cuenta la madurez, autonomía y capacidad para entender el asunto. (p. 7)

5 DIAGNÓSTICO INICIAL

Teniendo en cuenta las fases y etapas especificada en el diseño metodológico de esta investigación, en este apartado, se presentan los resultados correspondientes a la primera fase, de tipo cualitativo y los resultados diagnósticos de la segunda fase de tipo cuantitativo.

5.1 DIAGNÓSTICO DE LA FASE CUALITATIVA

La fase cualitativa de esta investigación estuvo enfocada en la exploración de los estilos de aprendizaje, de los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios, con el propósito de planear de forma contextualizada las actividades que conformarían la estrategia didáctica mediada por RA para el fortalecimiento de la competencia del pensamiento métrico – espacial. Para ello, se llevó a cabo la selección, aplicación y análisis de resultados de un Test de estilos de aprendizaje, tal como se describe a continuación.

5.1.1 Selección de la encuesta

Para llevar a cabo la selección de la encuesta, se tuvo como aspecto primordial, que esta permitiera conocer acerca de los intereses del alumnado y sus estilos de aprendizaje. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica de material existente y luego, con base en el contexto de la muestra elegida, correspondiente a alumnos de secundaria de grado noveno, se revisaron las preguntas de varios test, de los cuales, se optó por el “Test de estilos de aprendizaje PNL Lynn O’Brien (1990)”, cuyo diseño y presentación del formato se mantuvo acorde con el documento original encontrado.

5.1.2 Aplicación de la encuesta

El test fue aplicado a cada uno de los veinte estudiantes integrantes de la muestra; se hizo llegar a los estudiantes por medio de las guías impresas proporcionadas por la Institución a los padres de familia.

Los estudiantes, en su casa y con base en las instrucciones del formato impreso, otorgaron una calificación numérica a cada una de las 36 preguntas del test. (5 = casi siempre, 4 = frecuentemente, 3 = a veces, 2 = rara vez y 1 = casi nunca).

Las preguntas del test se agruparon en tres grupos de 12 preguntas, correspondientes a cada uno de los tres estilos de aprendizaje, de la siguiente forma:

El estilo visual, abarcó las preguntas 1, 5, 9, 10, 11, 16, 17, 22, 26, 27, 32 y 36.

El estilo auditivo, abarcó las preguntas 2, 3, 12, 13, 15, 19, 20, 23, 24, 28, 29 y 33.

El estilo kinestésico, abarcó las preguntas 4, 6, 7, 8, 14, 18, 21, 25, 30, 31, 34 y 35.

Posteriormente, los estudiantes sumaron las calificaciones numéricas dadas a cada grupo de preguntas y totalizaron los tres resultados, de tal forma, que establecieron el porcentaje de cada uno de los estilos de aprendizaje y los esquematizaron en un diagrama circular presente en el formato del test.

5.1.3 Análisis de resultados del Test de estilos de aprendizaje

Inicialmente, se realizó la tabulación de los resultados del Test de estilos de aprendizaje PNL Lynn O'Brien (1990), con base en la realimentación que realizaron los estudiantes por medio de la herramienta Whatsapp (ver Anexo G). Los porcentajes obtenidos en cada uno de los veinte test aplicados se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados porcentuales del test del canal de aprendizaje de preferencia.

N° de test	% visual	% auditivo	% kinestésico
1	52	28	20
2	54	16	30
3	53	22	25
4	56	24	20
5	48	32	20
6	50	31	19
7	54	24	22
8	52	29	19
9	56	30	14
10	52	25	22
11	54	28	18
12	56	30	14
13	52	27	21
14	24	54	22
15	30	50	20
16	28	52	20
17	25	53	22
18	18	30	52
19	22	24	54
20	23	25	52

Fuente: autor.

Estos porcentajes se ajustaron sin cifras decimales para obtener una sumatoria precisa del cien por ciento en cada test; Así mismo, se organizaron, por cada grupo o estilo de aprendizaje, de tal forma que en la tabla se pueden distinguir que trece de los 20 test, presentan un porcentaje mayoritario en el estilo visual, seguidos de 4 test con porcentaje mayoritario en estilo auditivo y finalmente, se tienen 3 test con porcentaje mayoritario en el estilo kinestésico.

Para el análisis de estos resultados, se utilizó la caracterización de los mismos mediante un gráfico circular de distribución porcentual de frecuencias, por tratarse de una variable cualitativa y se escogió el estilo de aprendizaje con mayor frecuencia porcentual.

De acuerdo con los datos obtenidos y tabulados en la tabla 3, se determinó que la mayoría de estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios, poseen un estilo visual de aprendizaje, seguido del estilo auditivo y una menor parte opta por el estilo de aprendizaje kinestésico. Tal como se muestra en la figura 8.

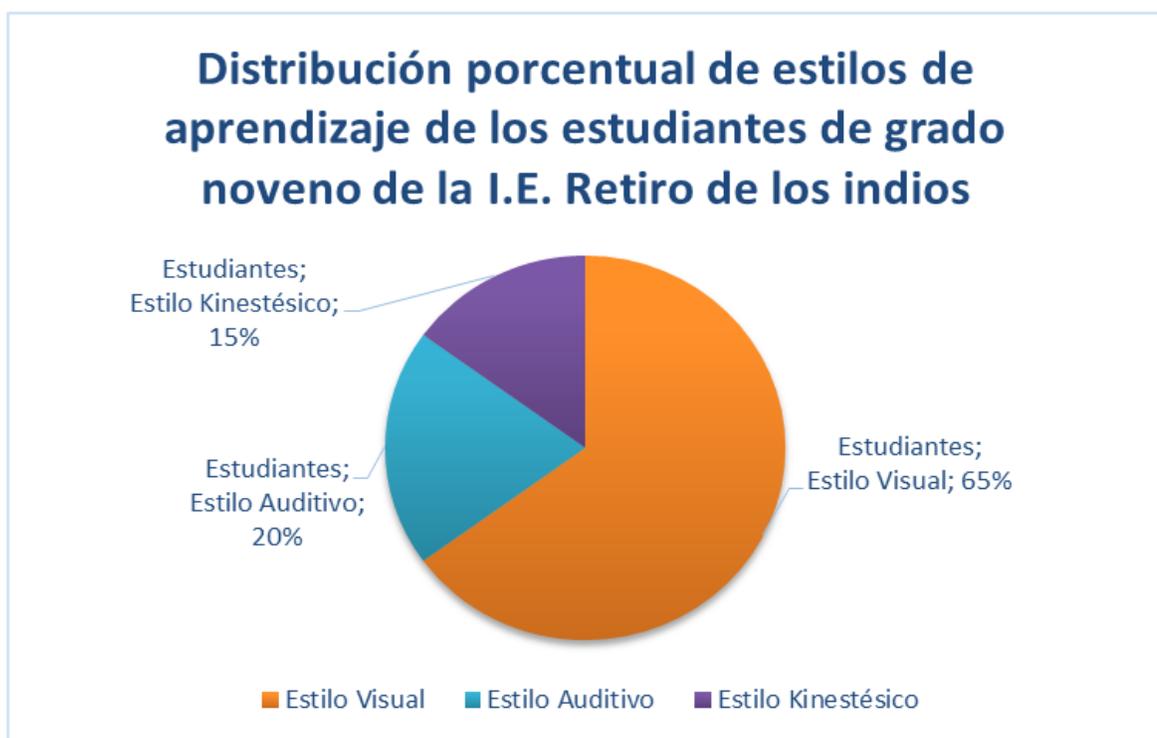


Figura 8. Distribución porcentual de estilos de aprendizaje de los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los indios.

Fuente: autor.

Este resultado se encuentra acorde al contexto y realidad de los alumnos de grado noveno de la Institución, lo cual se puede observar directamente a partir de su comportamiento en el aula de clases, durante las diversas sesiones pedagógicas desarrolladas este año y en años anteriores, en las cuales, el alumnado en su mayoría, prefiere el uso por parte del docente de elementos visuales como diapositivas, videos, imágenes impresas, ejemplos desarrollados en el tablero, entre otros, los cuales le permiten una mejor apropiación del concepto matemático y situación que se le presenta.

Por ello, con base en el resultado del Test de estilos de aprendizaje PNL Lynn O'Brien (1990) , se elaboraron las dos secuencias didácticas: la primera, sin la aplicación de tecnología RA, para el desarrollo de la competencia del pensamiento métrico - espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios; y la segunda, con aplicación de la tecnología RA para el fortalecimiento de la competencia del pensamiento métrico-espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios. Ambas secuencias didácticas incluyeron actividades apoyadas en imágenes, esquemas y videos, además del texto de instrucción.

5.2 DIAGNÓSTICO DE LA FASE CUANTITATIVA

EL diagnóstico de la fase cuantitativa tuvo como propósito determinar el nivel de desempeño de la competencia del pensamiento métrico - espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios, antes de la implementación de la estrategia didáctica mediada por RA. Para ello, se llevó a cabo la elaboración, aplicación y análisis de resultados de una prueba diagnóstica o pretest, tal como se describe a continuación.

5.2.1 Evaluación diagnóstica o pretest

Luego de la implementación de la primera secuencia didáctica sin la aplicación de tecnología RA, tal como se explicita en el siguiente apartado, se elaboró y aplicó el pretest, o prueba diagnóstica. Esta fue una prueba escrita tipo Icfes, conformada por diez preguntas de selección múltiple con única respuesta, basadas en competencia del pensamiento métrico - espacial y previamente avaladas por el Icfes y el ministerio de educación nacional (MEN).

El pretest fue aplicado a cada uno de los veinte estudiantes integrantes de la muestra; el cual, se les hizo llegar por medio de las guías impresas proporcionadas por la Institución a los padres de familia.

Los estudiantes, en su casa resolvieron la prueba, por lo que se les sugirió emplear un tiempo promedio, no mayor a una sesión de clase de 60 minutos. La realimentación la realizaron por medio de la herramienta Whatsapp, enviando la tabla de respuestas anexa en el pretest.

5.2.2 Análisis de resultados del pretest

Para la revisión y calificación del pretest, se utilizó una escala numérica, según el sistema de evaluación institucional, para definir el nivel de desempeño obtenido por los estudiantes, de la siguiente forma: desempeño bajo (0,0 – 2,9); desempeño básico (3 – 3,9); desempeño alto (4 – 4,5) y desempeño superior (4,6 – 5,0). En la figura 9, se presenta el resultado del diagnóstico de la fase cuantitativa, en el cual se observa el porcentaje de estudiantes en los niveles de desempeño alcanzados.

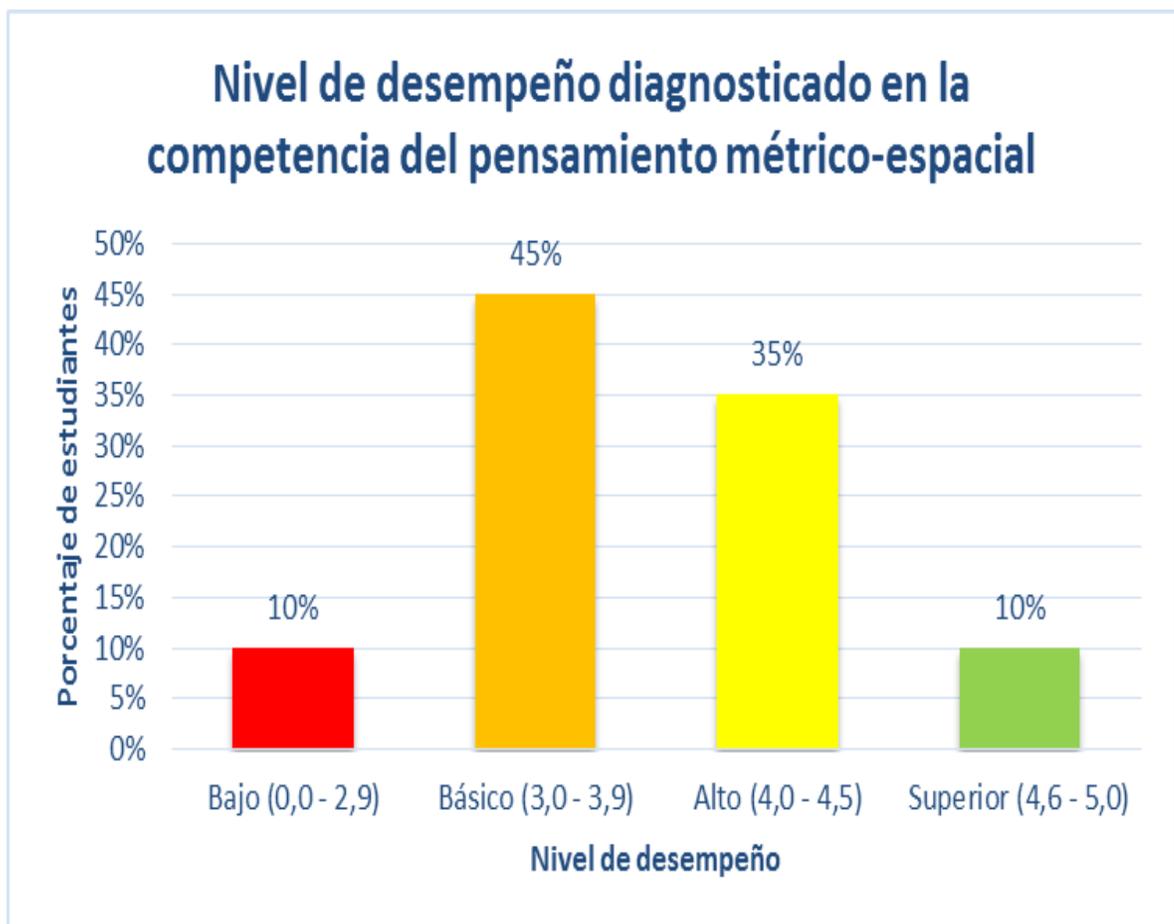


Figura 9. Nivel de desempeño diagnosticado en la competencia del pensamiento métrico-espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios.

Fuente: autor.

Estos resultados indican, que aún, aplicando estrategias didácticas enriquecidas con recursos audiovisuales para el desarrollo de la competencia del pensamiento métrico – espacial, en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios, persisten deficiencias, que se evidencian con los desempeños de algunos estudiantes en el nivel bajo (10%). Lo que sugiere que no es suficiente el uso de estos recursos impresos, sino que se requiere la interacción directa del estudiante con el objeto de estudio, siendo en este caso, poliedros regulares y prismas, de tal forma, que mejore su capacidad de visualización y resolución de problemas.

De igual forma, se tiene que el porcentaje de estudiantes en el nivel superior, sigue siendo mínimo en comparación con el porcentaje en el nivel básico; no obstante, se tiene un desplazamiento hacia el nivel de desempeño alto, que sugiere la incidencia favorable del estilo de aprendizaje predominante en el desarrollo de la temática.

Continuando con el análisis cuantitativo, se calculó la media aritmética de los datos, la varianza y desviación estándar de los mismos utilizando el software IBM SPSS. El promedio obtenido de los resultados del pretest fue 3,70. Con una varianza de 0,563 y desviación estándar de 0,75044. Tal como se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de los resultados del pretest.

		Estadístico	Error estándar	
Nivel de desempeño	Media	3,7000	,16780	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,3488	
		Límite superior	4,0512	
	Media recortada al 5%	3,6944		
	Mediana	3,5000		
	Varianza	,563		
	Desviación estándar	,75044		
	Mínimo	2,50		
	Máximo	5,00		
	Rango	2,50		
	Rango intercuartil	1,38		
	Asimetría	,162	,512	
	Curtosis	-,786	,992	

Fuente: autor. Análisis estadístico descriptivo de los resultados del pretest en el software IBM SPSS.

El resultado promedio obtenido, permitió diagnosticar el nivel de desempeño alcanzado en la competencia del pensamiento métrico-espacial, “Conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas” (MEN, 2006, p. 86), por los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios, situando al grupo de estudiantes en el nivel básico de desempeño, previo a la implementación de la secuencia didáctica mediada por RA.

Para validar los datos obtenidos en el pretest, se aplicaron las pruebas de normalidad y se obtuvo el condensado de la tabla 5. No obstante, se toma como referente de normalidad el “Sig.” arrojado por la prueba de Shapiro-Wilk (p valor = 0,282), debido a que la muestra tiene menos de 50 datos, desestimando la prueba de Kolmogorov-Smirnov, la cual se emplea para muestras iguales o mayores a 50 datos.

Tabla 5. Pruebas de normalidad de resultados del pretest.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Nivel de desempeño Pretest	,155	20	,200*	,944	20	,282

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: autor. Software IBM SPSS, pruebas de normalidad.

De acuerdo al resultado, estos datos corresponden a una distribución normal, tal como se explicita en el apartado 7 de análisis de resultados.

6 ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

6.1 PROPUESTA PEDAGÓGICA

Dado que el objetivo general de esta investigación se orientó a determinar la incidencia de una estrategia didáctica mediada por realidad aumentada (RA), que permita el fortalecimiento de la competencia del pensamiento métrico – espacial “Conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas” (MEN, 2006, p. 86), en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los indios del municipio de Cereté – Córdoba.

Fue necesario elaborar dos secuencias didácticas, cada una dividida en varias sesiones, cada sesión constituida de varias actividades, todas basadas en la competencia del pensamiento métrico – espacial, antes mencionada.

Ambas secuencias fueron impresas como guías metodológicas y desarrolladas de manera autónoma por los estudiantes en sus casas, debido a la situación de contingencia ocasionada por el COVID – 19.

La primera secuencia didáctica, caracterizada por el no uso de Realidad Aumentada RA, tuvo como objetivo el desarrollo de la competencia por parte de los estudiantes y el diagnóstico del nivel de desempeño alcanzado en la misma, al incluir el pretest o prueba diagnóstica al finalizar la secuencia.

La segunda secuencia didáctica, estuvo mediada por el uso de RA y tuvo como objetivo el fortalecimiento del nivel de desempeño de la misma competencia del pensamiento métrico – espacial, evaluada en la primera secuencia; lo cual, fue medible, con la aplicación de un postest, anexo a la guía, para desarrollarse luego de la implementación de la secuencia didáctica mediada por RA. En la figura 10 se resumen ambas secuencias.

Secuencia Didáctica N° 1 (Sin uso de RA)

Competencia: Conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas.

Sesión	Propósito	Actividad	Recursos
Sesión 1. ¿Cómo clasificar polígonos?	Reconocer las características de los diversos polígonos con base en los elementos que lo conforman.	Actividad 1. Observar la imagen y elaborar la definición de lo que es un polígono.	Imagen impresa.
		Actividad 2. Observar el video ubicado en el link y responder a partir del mismo: https://www.youtube.com/watch?v=fobhsygab40&t=5s ¿Cuáles son los elementos de un polígono? ¿De qué forma se pueden clasificar los polígonos?	Texto y video.
		Actividad 3. Unir por medio de líneas, cada concepto donde corresponde.	Esquema.
Sesión 2. ¿Qué es un poliedro y qué elementos lo conforman?	Reconocer las características de los poliedros a partir de los elementos que los conforman.	Actividad 1. Observar las figuras y determinar cuáles de las afirmaciones son verdaderas y cuáles son falsas.	Imagen impresa y texto.
		Actividad 2. En cada poliedro dado, indicar sus elementos.	Imagen impresa y texto.
		Actividad 3. Observar las figuras, encerrar las que son poliedros e indicar para cada una sus elementos.	Imagen impresa.

Sesión 3. ¿Cómo se clasifican los poliedros?	Clasificar los poliedros a partir de las características de los elementos que los conforman.	Actividad 1. Observar los poliedros. Si se sitúan en un plano, se tiene que hay dos que no se pueden apoyar sobre todas sus caras; determinar cuáles son.	Imagen impresa.
		Actividad 2. Completar el cuadro, contando el número de caras, vértices y aristas y relacionarlos con la fórmula de Euler para cada figura, tal como se muestra en el ejemplo del prisma pentagonal.	Cuadro impreso con imágenes y fórmula de Euler.
Sesión 4. ¿Cómo hallar el área y el volumen de un poliedro?	Solucionar problemas de cálculo de área o volumen de diversos poliedros convexos (platónicos, prismas y pirámides) de acuerdo con las condiciones de la situación dada.	Actividad 1. ¿De qué forma se puede determinar el área y el volumen de una caja de cartón en forma de cubo, cuyo lado (arista) mide 30 cm?	Texto inferencial.
		Actividad 2. Determinar la cantidad de cartón tetra pack (área) necesaria para elaborar una cajita en forma de tetraedro cuya arista (a) mide 15 cm y que servirá para envasar jugo de naranja. Determinar también el volumen de la caja para saber la cantidad de jugo que cabe en ella.	Fórmulas y ejemplos resueltos.
		Actividad 3. Determinar el área del prisma triangular del ejemplo dado, utilizando la fórmula general $A = (P_b \cdot H) + 2A_b$ sabiendo que su triángulo base mide (4 cm de lado y 4 cm de altura) y la altura del prisma es de 10 cm.	Fórmulas y ejemplos resueltos.
		Actividad 4. Determinar el volumen de una carpa de feria con forma de pirámide cuadrangular cuya base mide 6 metros de lado y tiene una altura de 8 metros.	Fórmulas, ejemplos resueltos y video ayuda.

Secuencia didáctica n°2 (Mediada por RA)			
Competencia: Conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas.			
Sesión	Propósito	Actividad	Recursos
Sesión 1. Exploración del entorno de la aplicación RA.	Reconocer las características de la aplicación en cuanto a su uso y contenido.	<p>Instalación. Dirigirse a google play en el buscador del móvil. Buscar la aplicación Geometry AR. Observar el video previo a la instalación de la misma. Instalar y abrir.</p> <p>Actividad 1. Ubicar el marcador impreso y abrir la aplicación Geometry AR previamente instalada en el teléfono móvil.</p> <p>Pulsar la opción <i>explorar</i> de la interfaz.</p> <p>Pulsar en la opción <i>prismas</i> y apunta la cámara hacia el marcador impreso. Describir lo que se observa.</p> <p>Mover la cámara dándole movimiento a la figura. ¿Qué ocurre con algunas de las caras de la figura?</p> <p>Pulsar la opción <i>siguiente</i> y continuar hasta terminar las figuras.</p> <p>Pulsar la opción <i>salir</i> y luego en el inicio de la interfaz, pulsar nuevamente <i>explorar</i> y repetir el proceso con la opción <i>platónicos</i>.</p> <p>Para salir de la aplicación pulsar la opción <i>cerrar</i>.</p>	<p>Teléfono móvil compatible con Google play, aplicación Geometry AR y marcador impreso.</p>

		<p>Actividad 2. Ubicar el marcador impreso y abrir la aplicación Geometry AR.</p> <p>Pulsar la opción <i>consultar</i> de la interfaz.</p> <p>Pulsar la opción <i>prismas</i> y apuntar la cámara hacia el marcador impreso. ¿Qué información brinda la aplicación acerca de la figura?</p> <p>Pulsar la opción <i>siguiente</i> y continuar hasta terminar las figuras, observando la información de cada una.</p> <p>Pulsar <i>cerrar</i> y luego en el inicio de la interfaz, pulsar nuevamente <i>consultar</i> y repetir el proceso con la opción <i>platónicos</i>.</p> <p>Para salir de la aplicación pulsar <i>cerrar</i>.</p>	<p>Teléfono móvil compatible con Google play, aplicación Geometry AR y marcador impreso.</p>
<p>Sesión 2. ¿Qué elementos conforman el poliedro?</p>	<p>Reconocer las características de los poliedros a partir de los elementos que los conforman.</p>	<p>Actividad 1. Completar el cuadro 1, con la siguiente información: número de caras, vértices y aristas de cada figura. Ubicar el marcador impreso y abrir la aplicación Geometry AR. Pulsar la opción <i>consultar</i> de la interfaz.</p> <p>Pulsar la opción <i>prismas</i> y extraer la información requerida.</p> <p>Pulsar <i>siguiente</i> y continuar hasta terminar las figuras, observando la información de cada una.</p> <p>Pulsar <i>cerrar</i> y luego en el inicio de la interfaz, pulsar nuevamente <i>consultar</i> y repetir el proceso con la opción <i>platónicos</i>.</p> <p>Para salir de la aplicación pulsar <i>cerrar</i>.</p>	<p>Teléfono móvil compatible con Google play, aplicación Geometry AR, marcador impreso y cuadro impreso.</p>

		<p>Actividad 2. Ubicar el marcador impreso y abrir la aplicación Geometry AR.</p> <p>Pulsar la opción <i>evaluar</i> de la interfaz.</p> <p>Pulsar la opción <i>caras, vértices y aristas</i>.</p> <p>Escoger la opción <i>prismas</i> y jugar acumulando puntos con cada acierto.</p> <p>Pulsar <i>salir</i>, anotar los puntos obtenidos y oprimir ir al menú.</p> <p>Repetir el proceso con la opción <i>platónicos</i>.</p> <p>Para salir de la aplicación pulsar <i>cerrar</i>.</p>	<p>Teléfono móvil compatible con Google play, aplicación Geometry AR y marcador impreso.</p>
<p>Sesión 3. ¿Cómo se clasifican los poliedros?</p>	<p>Clasificar los poliedros convexos a partir de las características de los elementos que los conforman.</p>	<p>Actividad 1. Utilizar la información contenida en el cuadro 1 de la sesión 2, para completar el cuadro 2. Luego, con los datos obtenidos del número de caras, vértices y aristas, verificar que se cumpla para cada figura la fórmula de Euler.</p> <p>$(c + v = a + 2)$.</p> <p>Agregar al cuadro 2, dos figuras más explorando en las otras opciones de sólidos que ofrece la aplicación.</p>	<p>Teléfono móvil compatible con Google play, aplicación Geometry AR, marcador impreso, cuadro impreso y fórmula de Euler.</p>
		<p>Actividad 2. Completar el esquema de clasificación de poliedros.</p>	<p>Esquema impreso.</p>

Sesión 4. ¿Cómo hallar el área y el volumen de un poliedro?	Solucionar problemas de cálculo de área o volumen de diversos poliedros convexos (Prismas y Sólidos Platónicos) de acuerdo con las condiciones de la situación dada.	<p>Actividad 1. Completar el cuadro 3 con las fórmulas de área y volumen correspondiente a cada figura.</p> <p>Ubicar el marcador impreso y abrir la aplicación Geometry AR.</p> <p>Pulsar la opción <i>consultar</i> de la interfaz.</p> <p>Pulsar la opción <i>prismas</i> y apuntar la cámara hacia el marcador impreso. Extraer las fórmulas del área y volumen de la figura.</p> <p>Pulsar <i>siguiente</i> y continuar hasta terminar las figuras.</p> <p>Pulsar <i>cerrar</i> y luego en el inicio de la interfaz, pulsar nuevamente <i>consultar</i> y repetir el proceso con la opción <i>platónicos</i>.</p> <p>Para salir de la aplicación pulsar <i>cerrar</i>.</p>	Teléfono móvil compatible con Google play, aplicación Geometry AR, marcador impreso y cuadro impreso.
		<p>Actividad 2. Resolver problemas de cálculo de área.</p> <p>Ubicar el marcador impreso y abrir la aplicación Geometry AR.</p> <p>Pulsar la opción <i>evaluar</i> de la interfaz.</p> <p>Pulsar en <i>área</i>. Escoger la opción <i>prismas</i> y resolver dos de los problemas planteados, acumulando puntos por cada acierto.</p>	Teléfono móvil compatible con Google play, aplicación Geometry AR, marcador impreso y cuadro impreso completo con las fórmulas.

		<p>Pulsar <i>salir</i>, anotar los puntos obtenidos y oprimir <i>ir al menú</i>.</p> <p>Repetir el proceso con la opción <i>platónicos</i>.</p> <p>Para salir de la aplicación pulsar <i>cerrar</i>.</p>	
		<p>Actividad 3. Resolver problemas de cálculo de volumen.</p> <p>Ubicar el marcador impreso y abrir la aplicación Geometry AR.</p> <p>Pulsar la opción <i>evaluar</i> de la interfaz.</p> <p>Pulsar en <i>volumen</i>. Escoger la opción <i>prismas</i> y resolver dos de los problemas planteados, acumulando puntos por cada acierto.</p> <p>Pulsar <i>salir</i>, anotar los puntos obtenidos y oprimir <i>ir al menú</i>.</p> <p>Repetir el proceso con la opción <i>platónicos</i>.</p> <p>Para salir de la aplicación pulsar <i>cerrar</i>.</p>	<p>Teléfono móvil compatible con Google play, aplicación Geometry AR, marcador impreso y cuadro impreso completo con las fórmulas.</p>

Figura 10. Propuesta pedagógica.
Fuente: autor.

6.2 COMPONENTE TECNOLÓGICO

La secuencia didáctica implementada para el fortalecimiento del nivel de desempeño, en la competencia del pensamiento métrico - espacial en estudiantes de grado noveno, fue mediada por la aplicación *Geometry-AR*, la cual utiliza tecnología de realidad aumentada RA.

Esta aplicación es creada por el licenciado en Matemáticas Mario Alberto Bermúdez Martínez, es totalmente gratuita y está disponible en Google play en su versión 1.0.4 para dispositivos Android (teléfonos y tabletas), tiene acceso a cámara, almacenamiento, fotos/datos, multimedia/archivos. Su Interfaz es rápida y no ofrece paquetes de compra, ni es necesario desbloquear áreas de la aplicación para acceder a su uso pleno. Por ser un producto de Google play, cuenta con las condiciones y restricciones que este ofrece. Aun no es descargable para PC.

Geometry-AR ofrece la oportunidad de explorar las figuras, además de consultar sus diferentes características y desde luego ser evaluado en las mismas. Esta aplicación permite aprender por medio de recursos a la vanguardia de la tecnología, como lo es la realidad aumentada, desarrollar competencias geométricas, espaciales, numéricas, abstractas, etc. (Bermúdez, 2017, párr. 9)

Para el uso de la aplicación se deben descargar e imprimir el logo (código QR), que se encuentra en <https://codigofacil.net/geometry.pdf>. El contenido de la aplicación, permite explorar, consultar y evaluar sólidos geométricos, los cuales están distribuidos en: *Prismas, Platónicos, Ovirales, Uniformes Y Arquimedianos*. De los cuales, se utilizaron para la secuencia didáctica mediada por RA, los sólidos platónicos y prismas. Dentro de sus ventajas, también se encuentra que el estudiante podrá ser retroalimentado de forma inmediata por la aplicación al indicarle si ha acertado o no en la respuesta que ha dado.

De acuerdo a Bermúdez, (2017), Esta aplicación, permite trabajar con un gran número de sólidos para ver desde casi todos los ángulos posibles, destacando el concepto de profundidad, de sólido y de objetos en 3D, al tiempo que ofrece la oportunidad de evaluar en: cálculo de volumen y área superficial de los sólidos dado el valor de la arista, así como el número de caras, vértices y aristas de los sólidos dados. La aplicación *Geometry-AR* ofrece información de cada sólido, fórmulas para el cálculo de áreas y volúmenes. La información relacionada para cada sólido es un compendio de un gran número de fuentes diferentes, de ahí que la búsqueda de estas fórmulas ofrece cierta dificultad para los estudiantes de geometría. (párr. 6)

Tiene como desventaja, el no ofrecer el desarrollo plano de cada sólido, lo que exige mayor capacidad de visualización del objeto para determinar los elementos constitutivos del mismo. Así mismo, muestra anuncios publicitarios durante su acceso y uso, lo que retrasa el proceso de aplicación. La aplicación se encuentra disponible en el enlace del anexo Z.

No obstante, su interfaz es sencilla y en una sola vista ofrece las opciones de búsqueda de diversos sólidos convexos y las actividades a desarrollar, tal como se muestra en la figura 11.

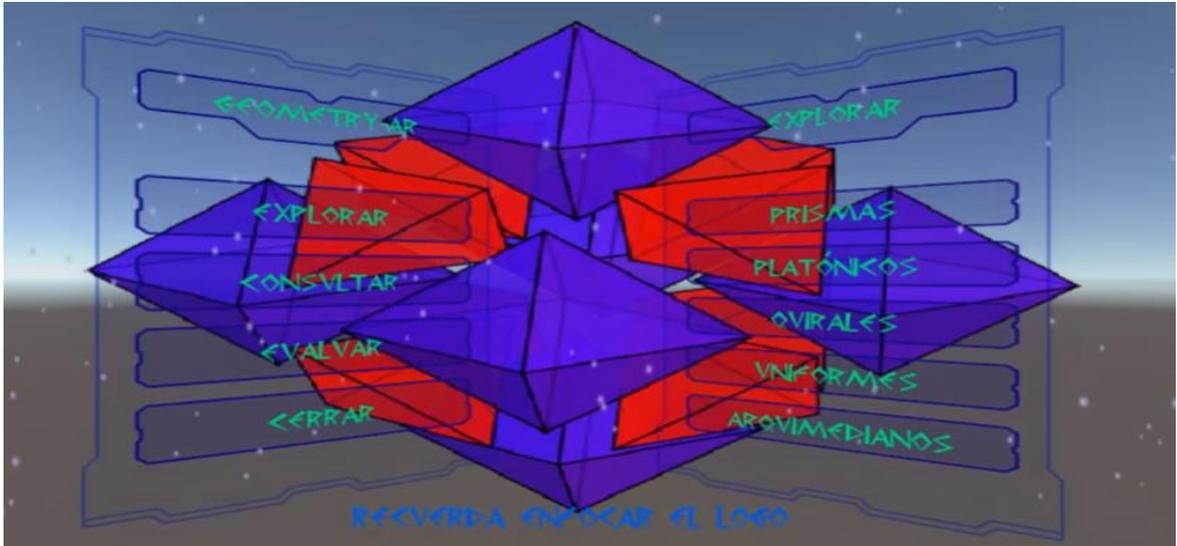


Figura 11. Interfaz de la aplicación Geometry AR.
Fuente: Bermúdez, (2016). Geometry-AR (Augmented Reality).

La opción *explorar*, permite visualizar los diferentes sólidos, dentro de los cinco grupos que ofrece la aplicación, enfocando la cámara hacia el marcador impreso, tal como se muestra en la figura 12.

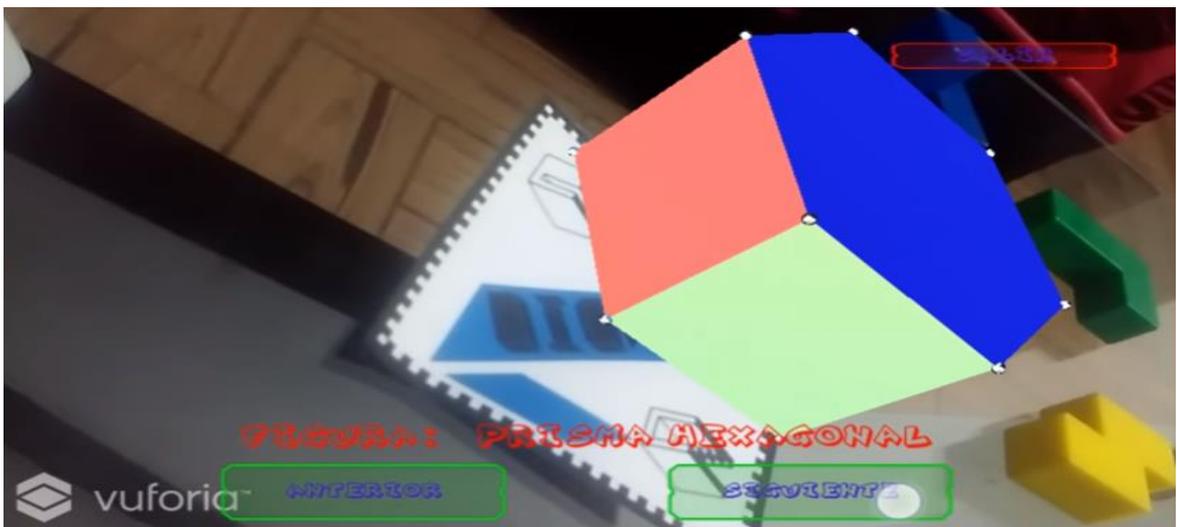


Figura 12. Vista de un prisma hexagonal en la opción *explorar* – *prismas* de Geometry AR.
Fuente: Bermúdez, (2016). Geometry-AR (Augmented Reality).

La opción *consultar*, permite visualizar mediante una ficha, la información general de cada sólido, tal como el número de caras, vértices y aristas, así como las fórmulas para calcular el área total del sólido y su volumen, tal como se observa en la figura 13.

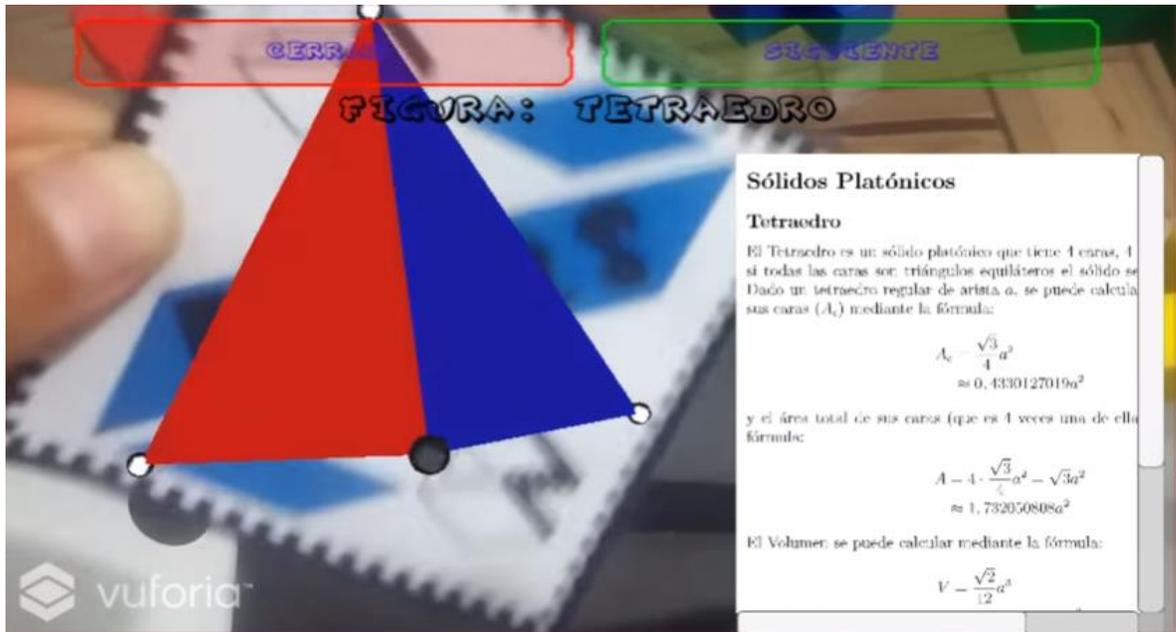


Figura 13. Vista de un Tetraedro en la opción *consultar* – *platónicos* de Geometry AR.

Fuente: Bermúdez, (2016). Geometry-AR (Augmented Reality).

La opción *evaluar*, permite interactuar con el estudiante de forma lúdica al ofrecer desafíos, en los cuales, se ofrecen cuatro opciones de respuesta y se acumulan puntos por los aciertos logrados.

Dentro de sus ventajas se encuentra que el estudiante podrá ser retroalimentado de forma inmediata por la aplicación al indicarle si ha acertado o no en la respuesta que ha dado. Así mismo, permite realizar varios intentos dentro del mismo ítem. La figura 14 muestra la realimentación de un ítem como un acierto.

Se pueden evaluar las caras, vértices y aristas, así como el área y el volumen de los sólidos presentados en los cinco grupos. Al final de cada desafío, se muestra un resumen de aciertos y fallos, así como la puntuación obtenida, tal como se observa en la figura 15.

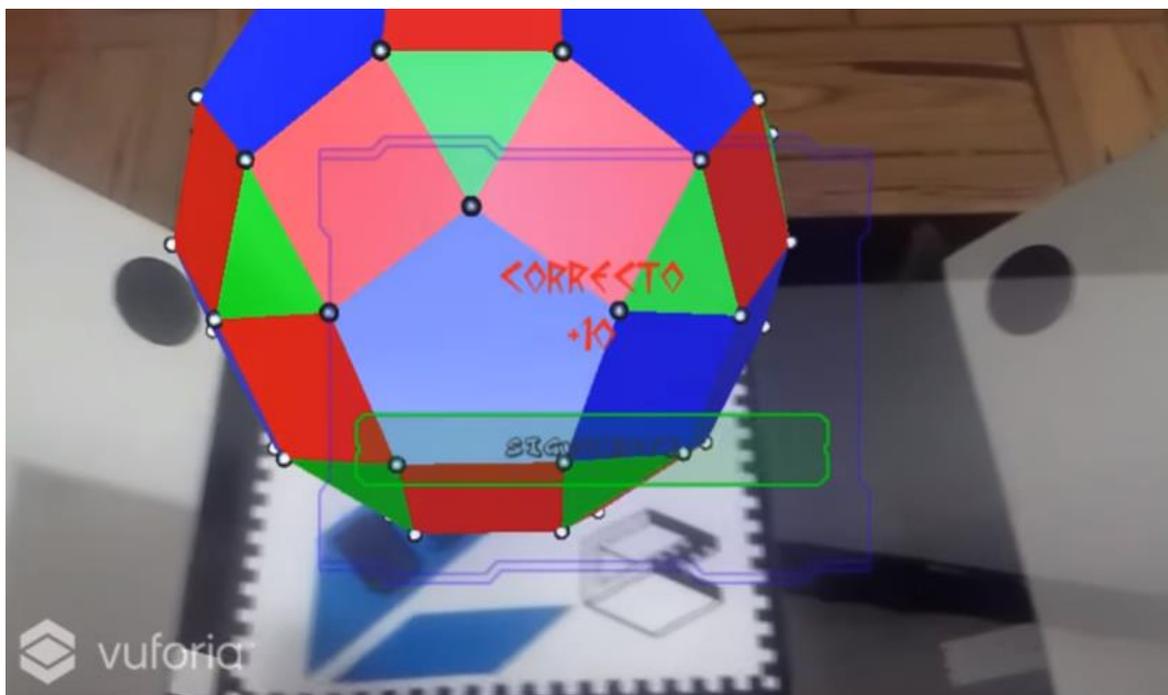


Figura 14. Vista de un acierto en la opción *evaluar – caras, vértices y aristas- arquimedianos* de Geometry AR.
 Fuente: Bermúdez, (2016). Geometry-AR (Augmented Reality).

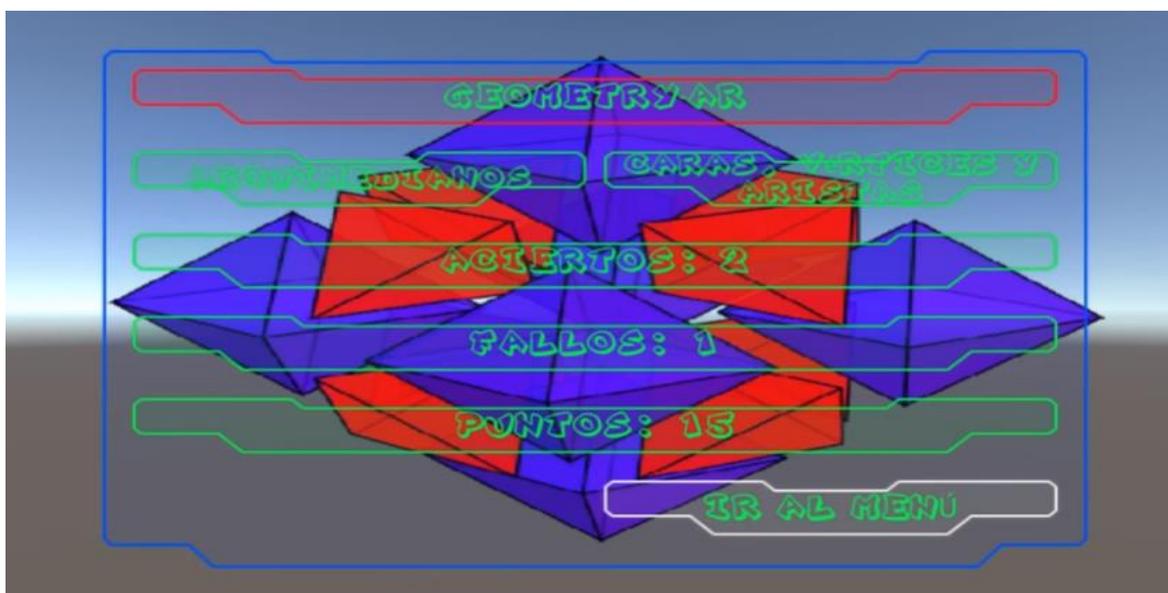


Figura 15. Vista del resumen de aciertos y fallos en la opción *evaluar – caras, vértices y aristas- arquimedianos* de Geometry AR.
 Fuente: Bermúdez, (2016). Geometry-AR (Augmented Reality).

En la figura 16, se presenta el diagrama de flujo de la implementación de esta tecnología en el desarrollo de la investigación.

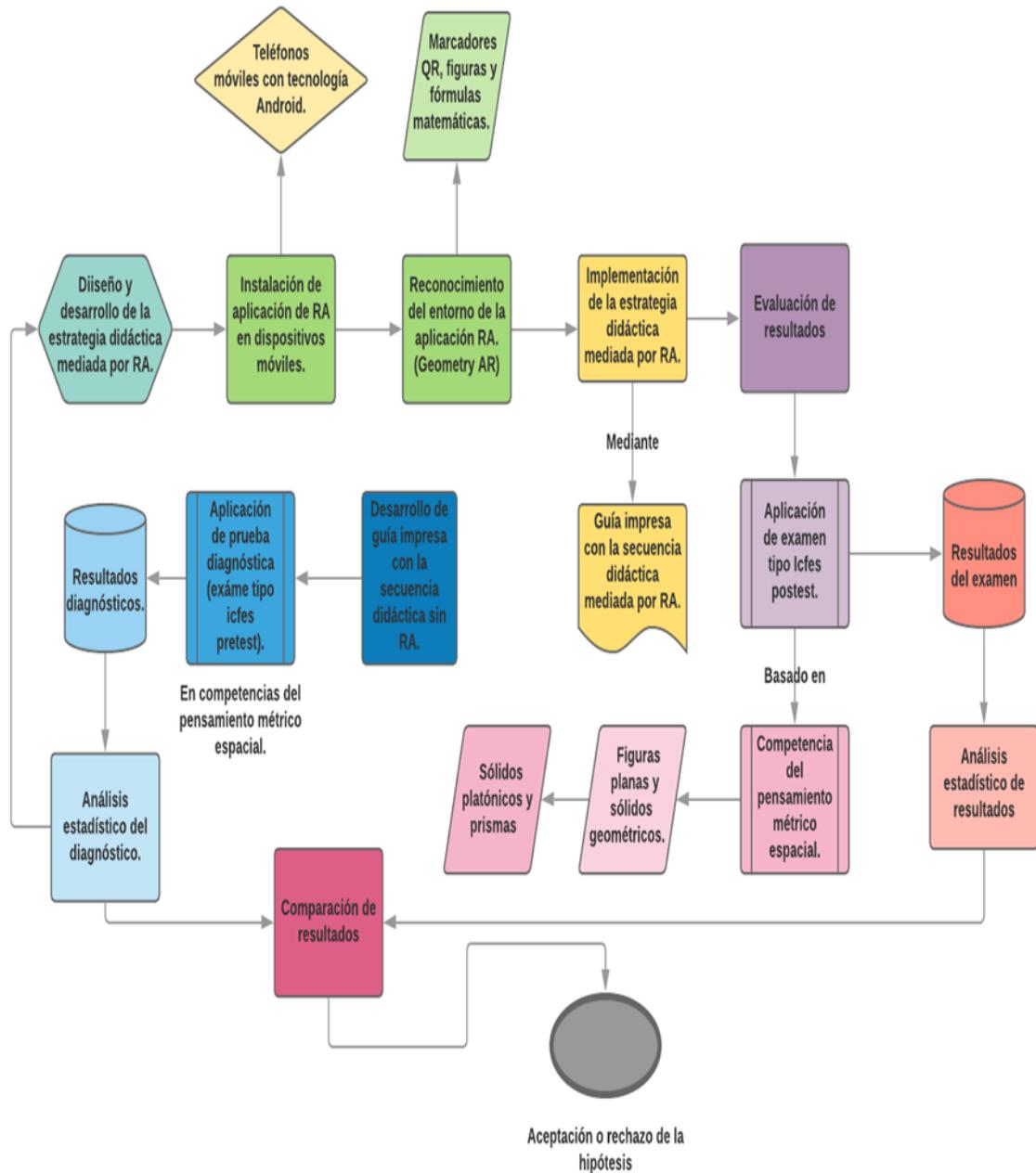


Figura 16. Diagrama de flujo de la implementación de la tecnología RA en el desarrollo de la investigación.
Fuente: autor.

6.3 IMPLEMENTACIÓN

Debido a la situación de contingencia por motivo del COVID-19, la implementación de las secuencias didácticas propuestas, debió realizarse de manera autónoma, por cada estudiante en su casa, con el uso de guías impresas, las cuales les fueron entregadas formalmente a los padres de familia en la Institución Educativa Retiro de los Indios, sede principal, bajo las condiciones mínimas de bioseguridad y con previo horario de citación establecido por las directivas de la Institución.

Estas secuencias, fueron desarrolladas con la colaboración y supervisión directa de los padres de familia y con el apoyo permanente del docente investigador, mediante el uso de redes como Whatsapp y Messenger, a través de los cuales se realizaron orientaciones y se dio el envío de las evidencias fotográficas de forma asincrónica, según la disponibilidad de conectividad a internet que dispuso cada familia dentro de la muestra.

6.3.1 Implementación de la secuencia didáctica N°1 (Sin uso de RA)

Esta se dividió en cuatro sesiones, las cuales se describen a continuación:

Sesión 1. ¿Cómo clasificar polígonos?

Esta sesión tuvo como propósito reconocer las características de los diversos polígonos con base en los elementos que lo conforman. (Ver anexo H)

Se constituyó de tres actividades: En la primera actividad de exploración de saberes previos. Los estudiantes observaron la imagen de la figura 17 y con base en ella elaboraron el concepto de polígono.

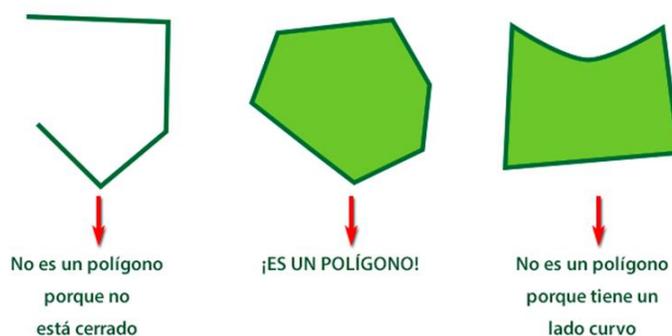


Figura 17. Recurso empleado para formar el concepto de polígono.

Fuente: Recuperado de <https://cdn-0.mundoprimaria.com/wp-content/uploads/2020/03/CualesSonPoligonos.png>

En la segunda actividad los estudiantes observaron el video de la figura 18 y a partir del mismo respondieron dos interrogantes: ¿Cuáles son los elementos de un polígono? y ¿De qué forma se pueden clasificar los polígonos?



Figura 18. Recurso empleado para clasificación de polígonos.
Fuente: Mundo primaria, (2015). Figuras planas: Clasificación de polígonos.

En la tercera actividad, los estudiantes desarrollaron un ejercicio de relación de conceptos basándose en la clasificación de polígonos y utilizando el esquema de la figura 19.

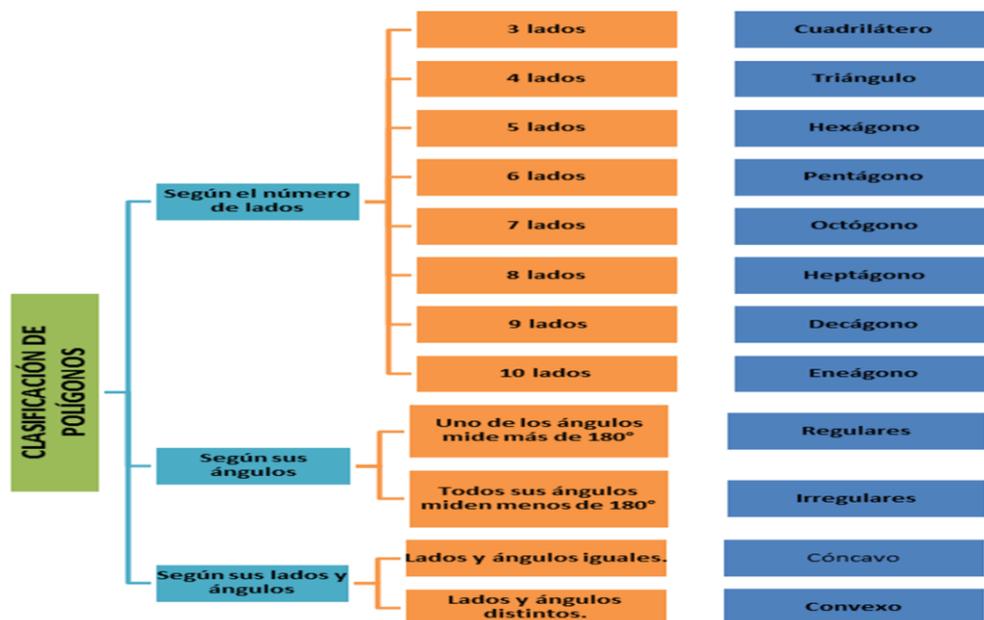


Figura 19. Ejercicio de relación de clasificación de polígonos
Fuente: autor.

Sesión 2. ¿Qué es un poliedro y qué elementos lo conforman?

Esta sesión tuvo como propósito reconocer las características de los poliedros a partir de los elementos que los conforman. (Ver anexo J)

En la primera actividad, los estudiantes realizaron un ejercicio de falso – verdadero, en el cual determinaron la veracidad de cuatro afirmaciones a partir de la observación de diferentes sólidos mostrados en la figura 20.

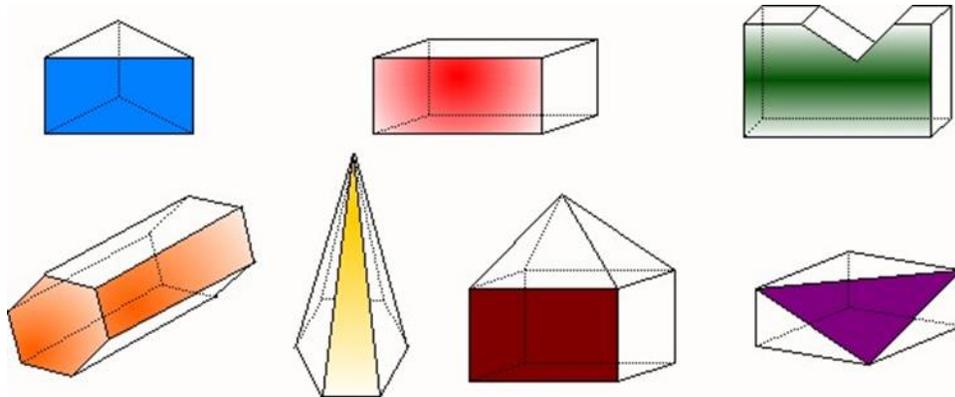


Figura 20. Poliedros.

Fuente: Recuperado de https://www.cs.us.es/cursos/rc/POLIEDROS_files/poli1.jpg

- a) Todas las figuras se forman uniendo cuatro o más polígonos. ()
- b) Algunas figuras están formadas por polígonos convexos y otras por polígonos cóncavos. ()
- c) Algunas figuras están formadas por círculos. ()
- d) Todas las figuras son tridimensionales, es decir, tienen profundidad. ()

En la segunda actividad, a partir de la información suministrada en la secuencia, los estudiantes identificaron los elementos de dos poliedros distintos presentados en la figura 21.

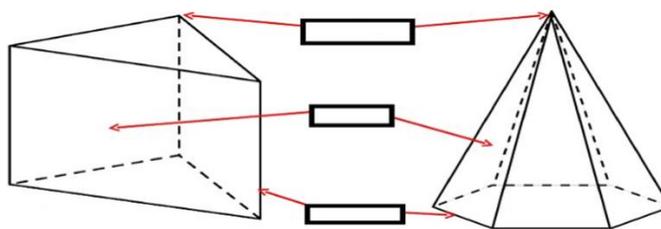


Figura 21. Recurso utilizado para identificar elementos de los poliedros.

Fuente: autor, basado en Valdelomar, (s.f.). Elementos de un poliedro.

En la tercera actividad, los estudiantes identificaron dentro del conjunto de sólidos de la figura 22, cuáles de ellos eran poliedros y los elementos constitutivos de cada uno.

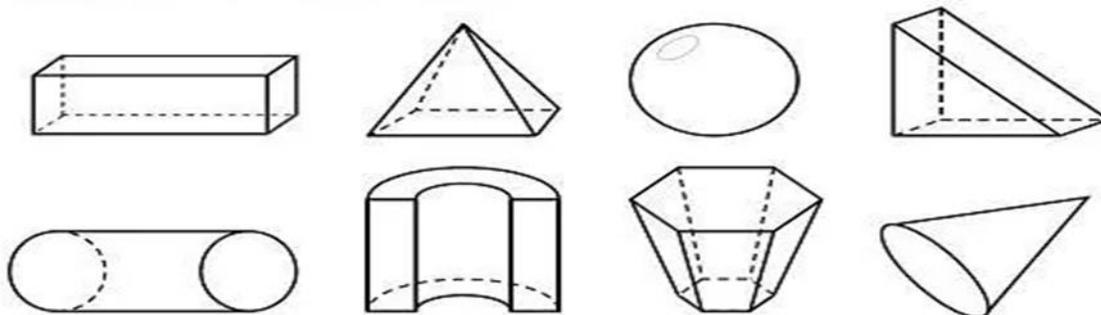


Figura 22. Recurso utilizado para identificar poliedros y sus elementos.
Fuente: autor, basado en Anaya, (2012). Actividades de refuerzo.

Sesión 3. ¿Cómo se clasifican los poliedros?

Esta sesión tuvo como propósito clasificar los poliedros a partir de las características de los elementos que los conforman. (Ver anexo K)

En la primera actividad, los estudiantes de forma inferencial, determinaron a partir de varios poliedros mostrados en la figura 23, cuáles de ellos eran regulares y cuáles eran irregulares a partir de una característica especificada.

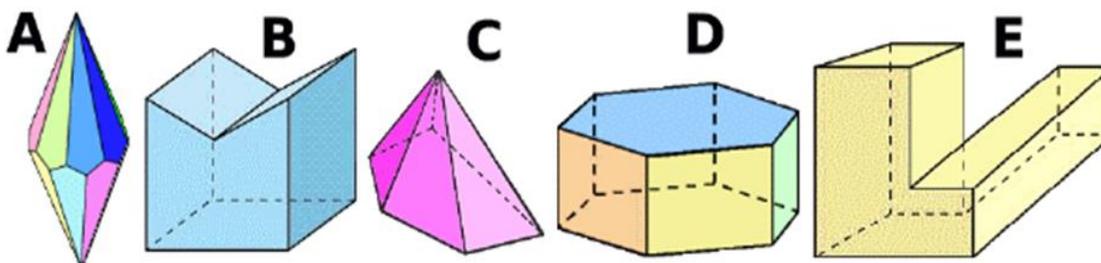


Figura 23. Recurso utilizado para identificar poliedros regulares e irregulares.
Fuente: Realini, (2014). Poliedros cóncavos y convexos.

En la segunda actividad, los estudiantes identificaron los elementos de varios poliedros convexos (sólidos regulares platónicos, prismas y pirámides) mostrados en la figura 24 y comprobaron el cumplimiento de la fórmula de Euler para cada uno, con base en el ejemplo dado en la misma figura.

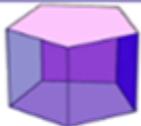
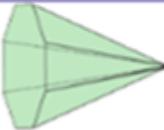
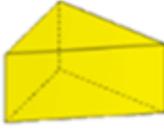
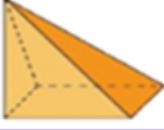
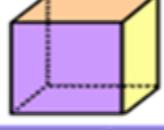
Poliedro	Nombre	Caras C	Vértices V	Aristas A	Caras + Vértices C + V	F. de Euler $C + V = A + 2$
	Prisma pentagonal	7	10	15	17	$17 = 15 + 2$
	Pirámide octogonal	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	Prisma triangular	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	Pirámide cuadrangular	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	Cubo	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	Octaedro regular	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Figura 24. Elementos de los poliedros convexos y la fórmula de Euler.
Fuente: autor, basado en Realini, (2014). Poliedros. Fórmula de Euler.

Sesión 4. ¿Cómo hallar el área y el volumen de un poliedro?

Esta sesión tuvo como propósito solucionar problemas de cálculo de área o volumen de diversos poliedros convexos (platónicos, prismas y pirámides) de acuerdo con las condiciones de la situación dada. (Ver anexo L)

En la primera actividad, los estudiantes de forma inferencial, propusieron modelos de cálculo del área y el volumen para resolver la situación problema: ¿De qué forma determinarías el área y el volumen de una caja de cartón en forma de cubo, cuyo lado (arista) mide 30 cm?

En la segunda actividad, los estudiantes calcularon el área y el volumen de un sólido platónico (tetraedro) dado en la siguiente situación problema:

Determina la cantidad de cartón tetra pack (área) necesaria para elaborar una cajita en forma de tetraedro cuya arista (a) mide 15 cm y que servirá para envasar jugo de naranja. Determina también el volumen de la caja para saber la cantidad de jugo que cabe en ella.

Para ello, utilizaron tanto la información suministrada en la figura 25, como fueron las fórmulas matemáticas de área y volumen del tetraedro, así como los ejemplos presentados en la secuencia didáctica.

POLIEDRO REGULAR	HEXAEDRO REGULAR	TETRAEDRO REGULAR	DODECAEDRO REGULAR	ICOSAEDRO REGULAR	OCTAEDRO REGULAR
MODELO					
CARAS	6 cuadrados	4 triángulos equiláteros	12 pentágonos regulares	20 triángulos equiláteros	8 triángulos equiláteros
VÉRTICES	8	4	20	12	6
ARISTAS	12	6	30	30	12
ARISTAS POR VÉRTICE	3	3	3	5	4
SENO DEL ÁNGULO ENTRE CARAS	1	$\frac{2}{3}\sqrt{2}$	$\frac{2}{5}\sqrt{5}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}\sqrt{2}$
ÁREA DE LA SUPERFICIE EXTERIOR	$6a^2$	$\sqrt{3}a^2$	$3\sqrt{25+10\sqrt{5}}a^2$	$5\sqrt{3}a^2$	$2\sqrt{3}a^2$
VOLUMEN	a^3	$\frac{\sqrt{2}}{12}a^3$	$\frac{\sqrt{15+7\sqrt{5}}}{4}a^3$	$\frac{5\sqrt{3+\sqrt{5}}}{12}a^3$	$\frac{\sqrt{2}}{3}a^3$
RADIO DE LA ESFERA CIRCUNSCRIPTA	$\frac{\sqrt{3}}{2}a$	$\frac{\sqrt{6}}{4}a$	$\frac{\sqrt{15+\sqrt{3}}}{4}a$	$\frac{\sqrt{10+2\sqrt{5}}}{4}a$	$\frac{\sqrt{2}}{2}a$
RADIO DE LA ESFERA INSCRIPTA	$\frac{1}{2}a$	$\frac{\sqrt{6}}{12}a$	$\frac{\sqrt{250+110\sqrt{5}}}{20}a$	$\frac{\sqrt{42+18\sqrt{5}}}{12}a$	$\frac{\sqrt{6}}{6}a$

Figura 25. Elementos y fórmulas de sólidos Platónicos.

Fuente: Recuperado de

<https://i.pinimg.com/originals/71/14/c0/7114c0eece9f4aaa04c7050ed9b856a0.jpg>

En la tercera y cuarta actividad los estudiantes calcularon el área de un prisma y el volumen de una pirámide respectivamente:

- Determina el área del prisma triangular del ejemplo, utilizando la fórmula general dada $A = (P_b \cdot h) + 2A_b$ sabiendo que su triángulo base mide (4 cm de lado y 4 cm de altura) y la altura del prisma es de 10 cm. (Recuerda la fórmula para calcular el área de un triángulo $A_t = \text{Base} \times \text{altura} / 2$).
- Determina el volumen de una carpa con forma de pirámide cuadrangular cuya base mide 6 metros de lado y tiene una altura de 8 metros.

En ambos casos, se les pidió utilizar las fórmulas matemáticas dadas en la secuencia didáctica, basándose en los ejemplos mostrados.

Al terminar la primera secuencia didáctica, los estudiantes resolvieron la prueba diagnóstica o pretest (ver anexo M), cuyos resultados se analizaron en el apartado anterior.

6.3.2 Implementación de la secuencia didáctica N°2 (mediada por RA)

Según Pajares, (2015) “La Realidad Aumentada puede servir para crear actividades de naturaleza verbal, visual, participativa y de simulación” (p. 38). Las actividades desarrolladas en esta secuencia fueron de tipo visual, obedeciendo al estilo de aprendizaje de preferencia manifestado por la mayoría de los estudiantes de la muestra. Tal como se observa en la figura 26.



Figura 26. Implementación de la secuencia didáctica mediada por RA.
Fuente: autor.

La secuencia didáctica mediada por RA se dividió en cuatro sesiones, las cuales se describen a continuación:

Sesión 1. Exploración del entorno de la aplicación RA.

Esta sesión tuvo como propósito reconocer las características de la aplicación en cuanto a su uso y contenido. Se dividió en dos actividades:

En la primera actividad, los estudiantes ubicaron el marcador impreso anexo en la guía y abrieron la aplicación Geometry AR previamente instalada en sus teléfonos móviles. (Ver anexo N)

Siguiendo las instrucciones, los estudiantes apuntaron la cámara hacia el marcador y escogieron la opción *Explorar* de la interfaz, luego abrieron las opciones dadas por la aplicación y específicamente *prismas* y *sólidos platónicos*, describiendo lo que observaron en ambos y lo que ocurría con los elementos de las figuras al mover la cámara. (Ver anexo Ñ)

En la segunda actividad, los estudiantes ubicaron el marcador impreso y abrieron la aplicación Geometry AR para explorar la información suministrada por la aplicación en cada figura (*prismas* y *sólidos platónicos*). (Ver anexo P)

Sesión 2. ¿Qué elementos conforman el poliedro?

Esta sesión tuvo como propósito reconocer las características de los poliedros a partir de los elementos que los conforman. Se dividió en dos actividades:

En la primera actividad, los estudiantes completaron el cuadro de la figura 27, impreso en la guía, con la información suministrada por la aplicación, concerniente al número de caras, vértices y aristas de cada figura (*prismas* y *sólidos platónicos*). Lo hicieron, ubicando el marcador impreso, abriendo la aplicación Geometry AR y pulsando el botón *consultar* de la interfaz, para luego extraer la información requerida, de las fichas anexas a cada figura que brinda la aplicación. Hicieron el proceso para *prismas* y lo repitieron con los *platónicos*. (Ver anexo Q)

En la segunda actividad, los estudiantes realizaron un ejercicio evaluativo concerniente a los elementos constitutivos de los poliedros (caras, vértices y aristas), ubicaron el marcador impreso, abrieron la aplicación Geometry AR y pulsaron el botón *evaluar* de la interfaz. Escogieron la opción *caras, vértices y aristas* y luego la opción *prismas*. Jugaron acumulando puntos con cada acierto. Ese proceso lo repitieron con la opción *platónicos* de la aplicación. (Ver anexo R)

Nombre del sólido	Nº de caras	Nº de vértices	Nº de aristas
Prisma Triangular			
Prisma Cuadrangular			
Prisma Pentagonal			
Prisma Hexagonal			
Prisma Heptagonal			
Prisma Octagonal			
Prisma Nonagonal			
Prisma Decagonal			
Tetraedro			
Hexaedro			
Octaedro			
Dodecaedro			
Icosaedro			

Figura 27. Elementos de Prismas y Sólidos Platónicos.

Fuente: autor.

Sesión 3. ¿Cómo se clasifican los poliedros?

Esta sesión tuvo como propósito clasificar los poliedros convexos a partir de las características de los elementos que los conforman. Se dividió en dos actividades:

En la primera actividad, los estudiantes completaron el cuadro de la figura 28, con la información obtenida en el cuadro de la figura 25, de la sesión 2 (número de caras, vértices y aristas) y verificaron el cumplimiento para cada figura (Prismas y Sólidos Platónicos) de la fórmula de Euler. ($C + V = A + 2$).

Los estudiantes, agregaron al cuadro dos figuras más, explorando en las otras opciones de sólidos que ofrece la aplicación, usando el marcador impreso y verificando la información necesaria de cada una (caras, vértices y aristas). (Ver anexo S)

Nombre del sólido	N° de caras	N° de vértices	N° de aristas	Fórmula de Euler (C + V = A + 2)
Prisma Triangular				
Prisma Cuadrangular				
Prisma Pentagonal				
Prisma Hexagonal				
Prisma Heptagonal				
Prisma Octagonal				
Prisma Nonagonal				
Prisma Decagonal				
Tetraedro				
Hexaedro				
Octaedro				
Dodecaedro				
Icosaedro				

Figura 28. Fórmula de Euler en Prismas, Sólidos Platónicos y otros poliedros convexos.

Fuente: autor.

En la segunda actividad, los estudiantes completaron el esquema de clasificación de poliedros presentado en la figura 29.

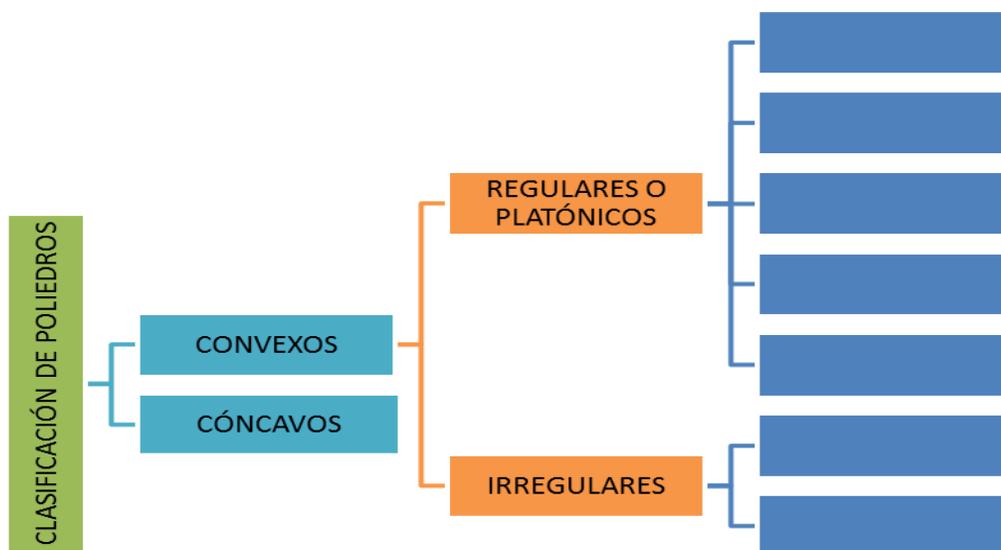


Figura 29. Esquema de clasificación de poliedros convexos.

Fuente: autor.

Sesión 4. ¿Cómo hallar el área y el volumen de un poliedro?

Esta sesión tuvo como propósito solucionar problemas de cálculo de área o volumen de diversos poliedros convexos (Prismas y Sólidos Platónicos), de acuerdo con las condiciones de la situación dada. Se dividió en tres actividades:

En la primera actividad, los estudiantes completaron el cuadro de la figura 30, con las fórmulas de área y volumen correspondiente a cada figura. Para ello, ubicaron el marcador impreso, abrieron la aplicación Geometry AR, pulsaron el botón *consultar* de la interfaz y escogieron la opción *prismas*, extrayendo las fórmulas del área y volumen de cada figura. Luego repitieron el proceso con la opción *platónicos*. (Ver anexo T)

Nombre del sólido	Fórmula del área total	Fórmula del volumen
Prisma Triangular		
Prisma Cuadrangular		
Prisma Pentagonal		
Prisma Hexagonal		
Prisma Heptagonal		
Prisma Octagonal		
Prisma Nonagonal		
Prisma Decagonal		
Tetraedro		
Hexaedro		
Octaedro		
Dodecaedro		
Icosaedro		

Figura 30. Fórmulas para calcular el área y volumen de Prismas y poliedros Platónicos.

Fuente: autor.

En la segunda actividad, los estudiantes resolvieron problemas de cálculo de área. Ubicaron el marcador impreso, abrieron la aplicación Geometry AR, pulsaron el botón *evaluar* de la interfaz, escogieron la opción *área*, luego escogieron la opción *prismas* y resolvieron dos de los problemas planteados por la aplicación, acumulando puntos por cada acierto. Anotaron el puntaje y repitieron el proceso con la opción *platónicos*. (Ver anexo U)

En la tercera actividad, los estudiantes resolvieron problemas de cálculo de volumen. Ubicaron el marcador impreso, abrieron la aplicación Geometry AR, pulsaron el botón *evaluar* de la interfaz, escogieron la opción *volumen*, luego escogieron la opción *prismas* y resolvieron dos de los problemas planteados por la aplicación, acumulando puntos por cada acierto. Anotaron el puntaje y repitieron el proceso con la opción *platónicos*. (Ver anexo V).

6.3.3 Aplicación de prueba postest

Para determinar el nivel de desempeño de la competencia del pensamiento métrico – espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios, luego de la implementación de la secuencia didáctica mediada por la aplicación de tecnología RA, se elaboró y aplicó una segunda prueba o postest.

Se elaboró una prueba escrita tipo Icfes, conformada por diez preguntas de selección múltiple con única respuesta, basadas en competencia del pensamiento métrico - espacial y previamente avaladas por el Icfes y el ministerio de educación nacional (MEN).

El postest fue aplicado a cada uno de los veinte estudiantes integrantes de la muestra; este, se les hizo llegar por medio de las guías impresas proporcionadas por la Institución a los padres de familia.

Los estudiantes, en su casa resolvieron la prueba, para lo cual se les sugirió emplear un tiempo promedio no mayor a una sesión de clase de 60 minutos. La realimentación la realizaron por medio de la herramienta Whatsapp, enviando la tabla de respuestas anexa en el postest. (Ver anexo W)

6.3.4 Análisis de resultados del postest

Para la revisión y calificación del postest, se utilizó una escala numérica, según el sistema de evaluación institucional, para definir el nivel de desempeño obtenido por los estudiantes, de la siguiente forma: desempeño bajo (0,0 – 2,9); desempeño básico (3 – 3,9); desempeño alto (4 – 4,5) y desempeño superior (4,6 – 5,0).

El resultado del postest, permitió determinar el nivel de desempeño en la competencia del pensamiento métrico – espacial “Conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas” (MEN, 2006, p. 86), en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los indios del municipio de Cereté – Córdoba, luego de la implementación de la estrategia didáctica mediada por RA. En la figura 31, se presenta la distribución porcentual de estudiantes en los niveles de desempeño alcanzados.

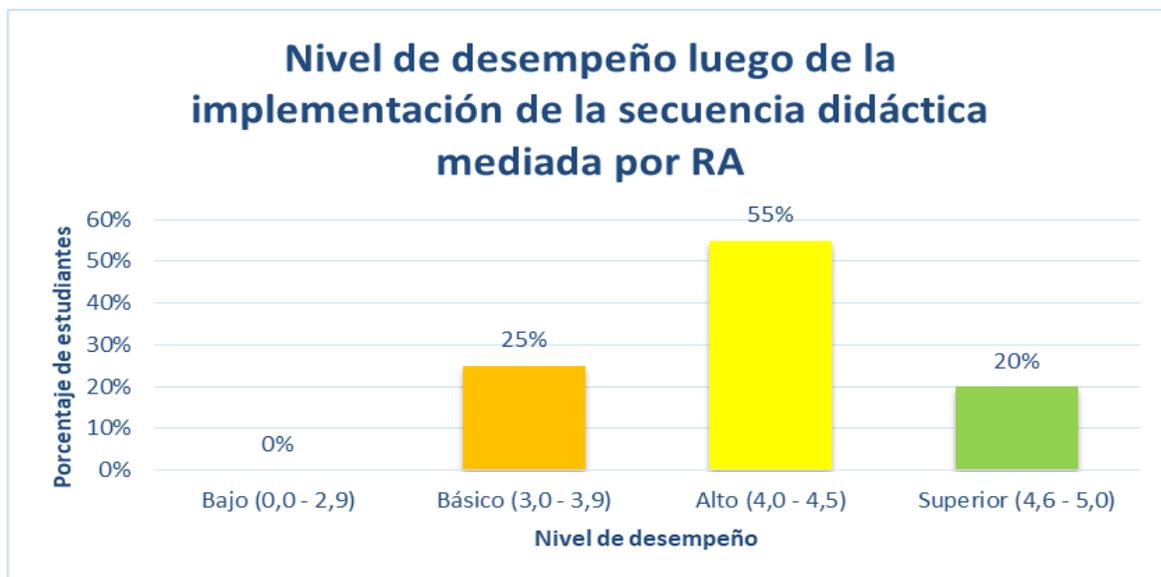


Figura 31. Nivel de desempeño alcanzado en la competencia del pensamiento métrico-espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios.

Fuente: autor.

Estos resultados se consideran satisfactorios, por cuanto se observa el desplazamiento de los niveles de desempeño desde el nivel básico, hasta el nivel superior, comparado con los resultados del pretest. Así mismo, desaparece el porcentaje de estudiantes en el nivel bajo, lo que supone el mejoramiento del desempeño de la competencia del pensamiento métrico – espacial, luego de la implementación de la estrategia didáctica mediada por RA, al concentrarse la mayoría de estudiantes en el nivel alto.

Con ello, se evidencia la importancia de la interacción de los estudiantes con el objeto de estudio, en este caso, poliedros regulares y prismas, de tal forma, que se favorece su capacidad de visualización y reconocimiento de los elementos constitutivos de los mismos, así como su capacidad para interpretar las expresiones algebraicas que representan su volumen y área, además de la capacidad para resolver y formular problemas en los que se relacionan magnitudes de figuras planas y poliedros.

El promedio obtenido de los resultados del postest fue 4,175. Con una varianza de 0,349 y desviación estándar de 0,59105. Tal como se presenta en la tabla 6.

Tabla 6. Estadísticos descriptivos de los resultados del postest.

			Estadístico	Error estándar
Nivel de desempeño Postest	Media		4,1750	,13216
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,8984	
		Límite superior	4,4516	
	Media recortada al 5%		4,1944	
	Mediana		4,0000	
	Varianza		,349	
	Desviación estándar		,59105	
	Mínimo		3,00	
	Máximo		5,00	
	Rango		2,00	
	Rango intercuartil		,88	
	Asimetría		-,132	,512
	Curtosis		-,786	,992

Fuente: autor. Análisis estadístico descriptivo de los resultados del postest en el software IBM SPSS.

Este promedio sitúa al grupo de estudiantes en un nivel alto de desempeño, luego de la implementación de la secuencia didáctica mediada por RA. Para la validación de los datos, se utilizó el software IBM SPSS, y se aplicaron las pruebas de normalidad a los resultados del postest, obteniéndose el condensado de la tabla 7. No obstante, se toma como referente de normalidad el “Sig.” arrojado por la prueba de Shapiro-Wilk (p valor = 0,090), debido a que la muestra tiene menos de 50 datos.

Tabla 7. Pruebas de normalidad de resultados del postest.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Nivel de desempeño Postest	,166	20	,148	,918	20	,090

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: autor. Software IBM SPSS, pruebas de normalidad.

De acuerdo al resultado, se tiene que los datos de la muestra cumplen una distribución normal, tal como se analiza en el siguiente apartado.

7 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

7.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA FASE CUALITATIVA

En la primera fase de tipo cualitativo, se analizaron los resultados del Test de estilos de aprendizaje PNL Lynn O'Brien (1990), aplicado a cada uno de los veinte estudiantes de la muestra. Por ser una variable cualitativa, se caracterizó el estilo de aprendizaje, teniendo en cuenta tablas y gráficos de distribución porcentual de frecuencias, de tal forma, que se escogió como el estilo de aprendizaje predominante, aquel con mayor frecuencia porcentual.

Con base en los datos obtenidos y tabulados en la tabla 3, tal como se mostró en el apartado del diagnóstico inicial, se determinó que la mayoría de estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios, poseen un estilo visual de aprendizaje, seguido del estilo auditivo y una menor parte opta por el estilo de aprendizaje kinestésico; tal como se observa en la distribución porcentual de la figura 9 del mismo apartado.

7.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA FASE CUANTITATIVA

En la fase cuantitativa, se aplicó inicialmente estadística descriptiva, y se calculó la media aritmética de los resultados obtenidos (calificación numérica), tanto en el pretest, como en el postest. Posteriormente, se verificó la normalidad de los datos en ambas pruebas, y se realizó la prueba de homogeneidad de varianzas para determinar el uso de estadística paramétrica o no paramétrica en la comparación de resultados del pretest y postest. A continuación, se describen cada una de las pruebas aplicadas.

7.2.1 Pruebas de normalidad

De acuerdo con Risk, (2003), citado en González, (2016), la importancia de verificar la normalidad de las muestras en un estudio es fundamental en estadística porque si las muestras son normales se pueden aplicar métodos estadísticos paramétricos, en el caso contrario, se deben, o bien transformar los datos o bien utilizar métodos no paramétricos. El paso inicial entonces, es determinar si las variables en estudio pueden ser representadas por una *distribución normal*. Es decir, si las variables medidas en la muestra pueden ser descritas con parámetros de tendencia central y dispersión alrededor de dichos parámetros. (párr. 17)

De acuerdo con González, (2016) "las pruebas de normalidad más formales son las pruebas de *Shapiro-Wilk* y de *Kolmogorov-Smirnov*. Un valor de $P \geq 0.05$ en los test de normalidad indican que no hay prueba suficiente para rechazar la normalidad de la variable" (párr. 19). Es decir, que de obtener un $P \geq 0.05$, se concluye que los datos cumplen con una distribución normal.

En la figura 32 y la figura 33, se puede observar en forma detallada, la distribución de frecuencias de los resultados obtenidos del pretest y postest respectivamente, cuyos datos, como se evidenció en los apartados anteriores, cumplen con la condición de una distribución normal, de acuerdo a las pruebas de normalidad aplicadas utilizando el software IBM SPSS, tal como se observa en la tabla 8.

Tabla 8. Pruebas de normalidad del pretest y postest.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Nivel de desempeño Pretest	,155	20	,200*	,944	20	,282
Nivel de desempeño Postest	,166	20	,148	,918	20	,090

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: autor. Software IBM SPSS, pruebas de normalidad.

De estas pruebas, se tomaron como referentes de normalidad los valores de significancia (Sig.) arrojados por la prueba de Shapiro-Wilk, con 20 grados de libertad, con p valor = 0,282 y p valor = 0,090 para el pretest y postest respectivamente.

Dado que $0,282 > 0,05$ y $0,090 > 0,05$ se tiene entonces una distribución normal de datos, tanto en el pretest como en el postest, respectivamente.

La distribución de frecuencia mostrada en la figura 32, correspondiente a los resultados del pretest, sugiere a simple vista la normalidad de los datos por la forma de la gráfica. En esta, el promedio de 3,70 y desviación estándar de 0,75 sitúan inicialmente al grupo de estudiantes en el nivel de desempeño "Básico", de acuerdo con la escala de evaluación establecida por la Institución Educativa Retiro de los Indios: (0 – 2,9) desempeño bajo; (3,0 – 3,9) desempeño básico; (4,0 – 4,5) desempeño alto y (4,6 – 5,0) desempeño superior.

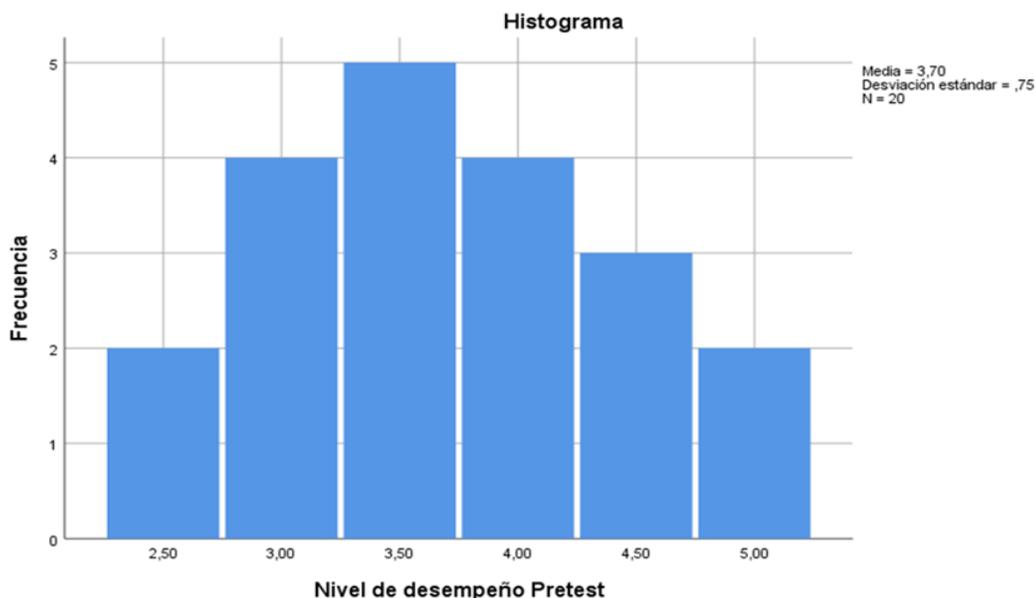


Figura 32. Distribución de frecuencias del pretest
Fuente: autor. Software IBM SPSS, histograma de distribución de frecuencias.

Tal como se planteó al inicio de la propuesta, la mayoría de los estudiantes tiende al nivel de desempeño básico y se puede observar que después de haber implementado la secuencia didáctica sin mediación de tecnología RA, pero con diseño basado en el estilo de aprendizaje predominante (visual), aún persisten estudiantes en el nivel bajo (10%), lo cual sugiere, que no es suficiente el uso de imágenes o esquemas, para que los estudiantes desarrollen por completo la competencia del pensamiento métrico – espacial “Conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas” (MEN, 2006, p. 86).

De acuerdo con De la Torre et al, (2015), los estudiantes necesitan imaginar objetos en diferentes orientaciones, manipular modelos tridimensionales, trasladar mentalmente dibujos de dos a tres dimensiones, en papel o en programas de diseño asistido por ordenador. Esta habilidad se revela, por tanto, como necesaria para que los estudiantes aborden con éxito los contenidos docentes. (p. 6)

La distribución de frecuencia mostrada en la figura 33, correspondiente a los resultados del postest, luego de la implementación de la secuencia didáctica mediada por RA, cuyo promedio es 4,17 y desviación estándar 0,591 sitúan al grupo de estudiantes en el nivel de desempeño “Alto”, de acuerdo con la escala de evaluación establecida por la Institución Educativa Retiro de los Indios: (0 – 2,9) desempeño bajo; (3,0 – 3,9) desempeño básico; (4,0 – 4,5) desempeño alto y (4,6 – 5,0) desempeño superior.

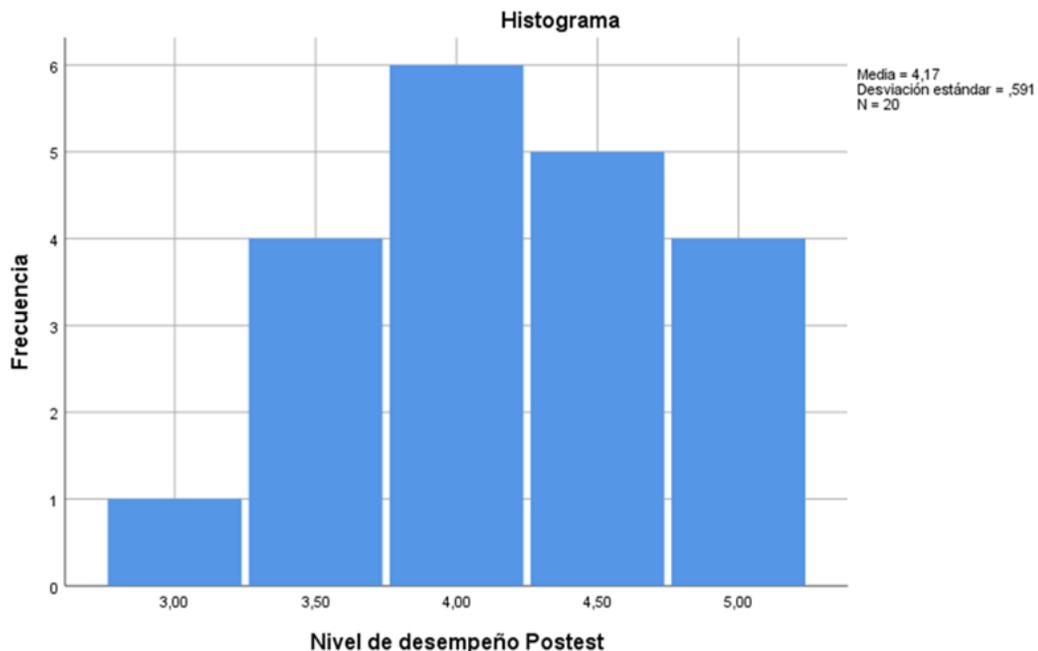


Figura 33. Distribución de frecuencias del posttest.
Fuente: autor. Software IBM SPSS, histograma de distribución de frecuencias.

En esta distribución, se observa la migración de los estudiantes hacia el nivel alto y superior, con respecto a los resultados obtenidos de la prueba diagnóstica o pretest. Lo cual supone el fortalecimiento en el desarrollo de la competencia del pensamiento métrico – espacial evaluada.

7.2.2 Prueba de homogeneidad de varianzas

Para el análisis estadístico inferencial, además de la normalidad de datos para aplicar estadística paramétrica, se debe tener en cuenta la homogeneidad de las varianzas.

De acuerdo con Rubio y Berlanga, (2012), las varianzas de la variable dependiente en los grupos que se comparan deben ser aproximadamente iguales. Por ello uno de los pasos previos a la comprobación de la existencia de diferencias entre las medias de varias muestras es determinar si las varianzas en tales muestras son iguales, es decir, comprobar si se cumple la condición de homogeneidad de varianzas, ya que del cumplimiento de esta condición dependerá la formulación que se emplee en el contraste de medias. Existen varias pruebas que permiten comprobar la igualdad de varianzas (F de Fisher, Fmax de Hartley, prueba de Bartlett, etc.). En este estudio, se desarrolla la prueba de Levene, esto es, aquella que emplea SPSS para comprobar que las varianzas de la variable dependiente en los grupos que se comparan sean aproximadamente iguales. (p. 86)

Para esta prueba se plantean dos hipótesis:

H_0 : las varianzas son homogéneas ($p > 0,05$)

H_a : las varianzas no son homogéneas ($p < 0,05$)

En la tabla 9, se muestra el resultado de la prueba de Levene aplicada con el software IBM SPSS; de la cual se extrae el estadísticos “sig.” Con un $\alpha = 0,05$ para la comparación de varianzas de los resultados del pretest y postest.

Tabla 9. Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESULPRE	Se basa en la media	,754	3	15	,537
	Se basa en la mediana	,631	3	15	,606
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,631	3	11,678	,609
	Se basa en la media recortada	,754	3	15	,537

Fuente: autor. Software IBM SPSS, prueba de homogeneidad de varianzas.

Al observar en la tabla el estadístico “sig.” basado en la media, se tiene un p valor = 0,537 entonces, se cumple que $p > 0,05$. Es decir, $0,537 > 0,05$ por lo tanto se acepta la hipótesis nula H_0 y se concluye que las varianzas del conjunto de datos del pretest y postest son homogéneas.

Una vez verificados los criterios de normalidad de datos y homogeneidad de varianzas, para corroborar la hipótesis planteada en esta investigación H_0 : La estrategia didáctica mediada por realidad aumentada (RA) fortalece la competencia del pensamiento métrico – espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los indios, se aplica estadística inferencial de tipo paramétrico para la comparación de datos y comprobación de hipótesis.

7.2.3 Prueba T de Student para muestras relacionadas

De acuerdo con Rubio y Berlanga, (2012). En la prueba T student, la H_0 (hipótesis nula) representa la afirmación de que no existe asociación entre las dos variables estudiadas y la H_a (hipótesis alternativa) afirma que hay algún grado de relación o asociación entre las dos variables. El valor de “p” indica si la asociación es estadísticamente significativa, un término que invade la literatura científica y que se percibe como una etiqueta que supone una “garantía de calidad”. Este valor ha sido arbitrariamente seleccionado y se fija en 0.05 ó 0.01. Una seguridad del 95% lleva

implícita una $p < 0.05$ y una seguridad del 99% lleva implícita una $p < 0.01$. Cuando rechazamos la H_0 (hipótesis nula) y aceptamos la H_a (hipótesis alternativa) como probablemente cierta, afirmando que hay una asociación ($p < 0.05$) o que hay diferencia, estamos diciendo, en otras palabras, que es muy poco probable que el azar fuese responsable de dicha asociación. Así mismo, si ($p > 0.05$) aceptamos la H_0 (hipótesis nula) y decimos que el azar puede ser la explicación de dicho hallazgo afirmando que ambas variables no están asociadas o correlacionadas. (p. 84)

Es decir, en la prueba T student, se plantean dos hipótesis, que permiten aceptar o rechazar la hipótesis nula H_0 de esta investigación:

- H_0 : no existe diferencia significativa entre las medias ($p > 0,05$); por tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0 , de esta investigación y se acepta la hipótesis alterna H_1 de esta investigación: la estrategia didáctica mediada por realidad aumentada RA, no fortalece la competencia del pensamiento métrico espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios.
- H_a : existe diferencia significativa entre las medias ($p < 0,05$); por tanto, se rechaza la hipótesis alterna H_1 de esta investigación y se acepta la hipótesis nula H_0 de esta investigación: la estrategia didáctica mediada por realidad aumentada RA, fortalece la competencia del pensamiento métrico espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios.

En la tabla 10, se muestra el resultado de la prueba T student aplicada con el software IBM SPSS; de la cual se extraen los estadísticos “t” y “significación bilateral” para la comparación de medias de los resultados del pretest y postest.

Tabla 10. Resultados de la prueba T student.

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Desv.		Desv.		95% de intervalo de		t	Sig.
		Media	Desviación	Error	confianza de la	diferencia	gl		
Par	Nivel de			promedio	Inferior	Superior			(bilateral)
1	desempeño	-,47500	,25521	,05707	-,59444	-,35556	-8,324	19	,000
	Pretest - Nivel de desempeño								
	Postest								

Fuente: autor. Software IBM SPSS, prueba T student para muestras pareadas.

Puesto que los estadísticos obtenidos $t = -8,324$ y significación bilateral o p valor = $0,000$ son menores que el nivel de significancia planteado $\alpha = 0,05$ es decir, $(-8,324 < 0,05$ y $0,000 < 0,05$ respectivamente), se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alterna H_a , de la prueba T student, que establece que existe diferencia significativa entre las medias de los resultados del pretest y postest.

De acuerdo a lo anterior, se acepta la hipótesis nula de esta investigación H_0 : la estrategia didáctica mediada por realidad aumentada RA, fortalece la competencia del pensamiento métrico espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios.

Con el cumplimiento de esta hipótesis, se evidencia también el cumplimiento de los indicadores establecidos para el nivel de desempeño de la competencia del pensamiento métrico – espacial (variable dependiente), y se da por hecho que los estudiantes reconocen los elementos constitutivos de los poliedros regulares y prismas (caras, aristas y vértices), interpretan las expresiones algebraicas que representan el volumen y el área de dichos poliedros y resuelven y formulan problemas en los que se relacionan magnitudes de figuras planas y poliedros regulares y prismas.

Por otra parte, en lo referente a la operacionalización de la variable independiente, siendo esta la secuencia didáctica mediada por RA, si bien, no fue posible realizar una observación directa del desarrollo de la misma por parte de los estudiantes en el aula, estos no manifestaron dificultades en cuanto a los aspectos técnicos de la aplicación utilizada, por lo que supone el cumplimiento de los indicadores establecidos como son: el permitir interactuar con los objetos de forma sencilla y la portabilidad. No obstante, se tiene deficiencia en cuanto a la accesibilidad, dado que no todos los estudiantes contaron con el recurso tecnológico a disposición en casa, lo que generó la disminución de la muestra como se explicó en apartados anteriores.

Tampoco se presentaron dificultades en el desarrollo de la secuencia didáctica mediada por RA, en lo referente a los aspectos metodológicos del uso de la aplicación, lo cual se pudo evidenciar con la realimentación realizada por los estudiantes, de cada una de las actividades de la guía impresa, lo que supone el cumplimiento de los indicadores establecidos como son: la exploración de los sólidos geométricos desde diferentes perspectivas, el desarrollo de la temática de manera más ágil, la comprensión de la temática, la proposición de nuevas estructuras geométricas basadas en sólidos geométricos y la resolución de problemas del contexto que involucran los sólidos geométricos estudiados.

8 CONCLUSIONES

A nivel general, se determinó la incidencia favorable de la estrategia didáctica mediada por realidad aumentada (RA), para el fortalecimiento de la competencia del pensamiento métrico – espacial en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios del municipio de Cereté - Córdoba. Incidencia que se refleja en la mejora en el nivel de desempeño luego de la implementación.

Para ello, se diagnosticó mediante la aplicación del pretest, el nivel de desempeño de la competencia del pensamiento métrico – espacial en los estudiantes de grado noveno de la Institución, previo a la implementación de la estrategia didáctica mediada por RA.

Así mismo, con base en los resultados de la fase cualitativa y el test de estilos de aprendizaje, se determinó que el estilo de aprendizaje predominante, de los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los indios es el visual, lo que permitió contextualizar mejor ambas secuencias didácticas y se planearon las actividades que conforman la estrategia didáctica mediada por RA para el fortalecimiento de la competencia del pensamiento métrico – espacial en estudiantes de grado noveno, las cuales estuvieron apoyadas en imágenes, esquemas y videos, además del texto de instrucción, propios de este estilo de aprendizaje.

Por otra parte, a pesar de los inconvenientes de accesibilidad y conectividad, se implementó la aplicación RA que medió la estrategia didáctica para el fortalecimiento de la competencia del pensamiento métrico – espacial en estudiantes de grado noveno.

Así mismo, se aplicó la estrategia didáctica mediada por RA para el fortalecimiento de la competencia del pensamiento métrico - espacial en estudiantes de grado noveno.

Y finalmente se compararon los resultados de la aplicación de la estrategia didáctica mediada por RA para el fortalecimiento de la competencia del pensamiento métrico – espacial en estudiantes de grado noveno; cuyos resultados determinaron la incidencia favorable de la aplicación.

De acuerdo al nivel de desempeño obtenido por los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los indios, del municipio de Cereté - Córdoba, luego de la implementación de la estrategia didáctica mediada por RA, se puede afirmar que la realidad aumentada, facilita el proceso de visualización de objetos

tridimensionales y permite reconocer los elementos constitutivos de los poliedros (caras, aristas y vértices), así como permite interpretar las expresiones algebraicas que representan su volumen y el área y permite resolver y formular problemas en los que se relacionan magnitudes de figuras planas y poliedros.

9 DISCUSIÓN CON AUTORES

El resultado de esta investigación, permite coincidir con autores como López y Gutiérrez, (2018), quienes afirman que “la implementación de la herramienta RA favorece los procesos de aprendizaje” (p. 10); Del Cerro y Morales, (2017), afirman “los beneficios sobre la capacidad espacial del alumnado con bajo rendimiento a través del uso de material didáctico en RA frente a las aportaciones de los materiales didácticos bidimensionales de uso tradicional” (p. 5).

Tal como se pudo evidenciar con el mejoramiento del nivel de desempeño de los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios. Según González, (2017). La realidad aumentada potencia habilidades de razonamiento geométrico dentro del proceso de visualización y en el desarrollo plano de objetos tridimensionales. Abordar lo unidimensional, lo bidimensional y lo tridimensional de manera simultánea alrededor del objeto matemático poliedros regulares es clave en el desarrollo de habilidades de razonamiento geométrico y el establecimiento de atributos y propiedades. (p. 75)

En la investigación realizada por Ruiz et al., (2018). Los resultados demostraron que el hecho de haber resuelto los problemas de tipo conceptual no solo implica que el trabajo realizado con el uso de la aplicación y las actividades propuestas, permitió al estudiante modificar sus esquemas mentales relacionados al concepto de derivada y al de razón de cambio instantánea, sino que también mejoró sus competencias relacionadas a la visualización de fenómenos, la reflexión y la resolución de problemas. (párr. 73)

Los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Retiro de los Indios, resolvieron problemas de cálculo de áreas y volúmenes de sólidos geométricos, de manera autónoma con la ayuda de la herramienta RA que se les proporcionó.

Así mismo, el trabajo desarrollado por Saldivia, Gibelli y Sanz, (2018), pone de manifiesto que “el uso de la RA permitió superponer a objetos físicos ciertos objetos virtuales. Esto facilitó la asociación de manera natural de los conceptos matemáticos con objetos físicos concretos” (p. 312). Tal como se llevó a cabo en este trabajo en el cual se contextualizó el uso de poliedros regulares y prismas en el entorno real de los estudiantes, en la solución de problemas de cálculo de áreas y volúmenes.

En general, esta investigación, al igual que aquellas que la anteceden, pone de manifiesto la importancia y la aplicabilidad de la realidad aumentada (RA) como herramienta facilitadora en el desarrollo de habilidades del pensamiento métrico – espacial, dentro del proceso enseñanza – aprendizaje.

10 LIMITACIONES

Dentro de las limitaciones encontradas se tiene, en primer lugar, que esta propuesta depende de la accesibilidad que tengan los estudiantes al recurso tecnológico, como son los dispositivos Android y la conectividad a internet para la instalación y uso de la aplicación de realidad aumentada Geometry AR.

Debido a la situación actual, de contingencia y emergencia sanitaria, causada por COVID-19, no fue posible la implementación de esta propuesta en el aula de clases, y de la utilización del recurso tecnológico disponible en la Institución, por el contrario, el proyecto quedó susceptible a la disponibilidad que tuviesen los estudiantes, de recursos tecnológicos propios en sus hogares. Esto repercutió en la disminución de la muestra, por cuanto, fueron pocos los estudiantes que manifestaron tener dicha disposición. A su vez, la disminución de la muestra limita el análisis estadístico paramétrico de la investigación.

De acuerdo con Rubio y Berlanga, (2012). Dado que las pruebas paramétricas realizan estimación de parámetros de la población a partir de muestras estadísticas, es lógico pensar que cuanto más grande sea la muestra, más exacta será la estimación; en cambio, cuanto más pequeña, más distorsionada será la media de las muestras por los valores raros extremos. (p. 86)

No obstante, se continuó con el análisis paramétrico luego de determinar que los datos cumplieron con los criterios de una distribución normal tanto en el pretest como en el postest y con la homogeneidad de varianzas.

En segundo lugar, se tiene que por el carácter mixto de esta investigación, se esperaba tener la observación directa durante la implementación de la estrategia didáctica mediada por RA (variable independiente) y poder valorar, de esta manera el impacto y las dimensiones operacionales de la misma (Facilidad de aprendizaje, eficiencia, tiempo y satisfacción por parte del alumnado). Este aspecto no se evidenció plenamente, por cuanto las tutorías se desarrollaron de manera asincrónica, utilizando las guías metodológicas impresas que les fueron entregadas a los estudiantes, así como las redes sociales como Facebook y aplicaciones como Whatsapp, a través de las cuales los estudiantes realizaron la realimentación de sus evidencias, dentro de los plazos establecidos por la Institución.

11 IMPACTO / RECOMENDACIONES / TRABAJOS FUTUROS

De acuerdo con Sánchez et al, (2017), la brecha digital de uso se relaciona con las diferencias que se presentan en el desarrollo de las habilidades necesarias para el manejo de las TIC. Este tipo de brecha parece estar íntimamente relacionada con los procesos de alfabetización digital que se realizan para que los diferentes grupos poblacionales puedan hacer uso de la tecnología de acuerdo con su contexto y necesidades particulares. (p. 118)

Esta propuesta permitió a los estudiantes participantes de grado noveno, de la Institución Educativa Retiro de los Indios, potenciar sus habilidades digitales, más allá del uso recreativo de los dispositivos tecnológicos, con los cuales cuentan en casa.

Se recomienda utilizar la aplicación Geometry AR como elemento facilitador en el proceso enseñanza – aprendizaje del pensamiento métrico – espacial, en el área de Matemáticas.

Se recomienda a los docentes del área de Matemáticas el uso de la secuencia didáctica mediada por realidad aumentada para los estudiantes de básica secundaria y media, como referente en la construcción de otros materiales didácticos correspondientes al pensamiento métrico – espacial.

Se recomienda a los docentes del área de Matemáticas, diseñar e implementar actividades mediadas por TIC, las cuales despierten la motivación y el interés en los estudiantes de básica secundaria y media, en pro del mejoramiento del proceso enseñanza – aprendizaje y de la calidad educativa.

Se recomienda implementar la estrategia didáctica mediada por realidad aumentada (RA) en el aula de clases, de tal forma que se tenga la observación directa de sus dimensiones operacionales (Facilidad de aprendizaje, eficiencia, tiempo y satisfacción por parte del alumnado).

BIBLIOGRAFÍA

Abreu, O. Gallegos, M. Jácome, J. Martínez, R. (2017). La Didáctica: Epistemología y Definición en la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas de la Universidad Técnica del Norte del Ecuador. *Formación Universitaria* 10(3), pp. 81-92. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3735/373551306009.pdf>

Anaya, A. (2012). Actividades de refuerzo [Imagen]. Recuperado de <https://i.pinimg.com/474x/54/9d/83/549d83d8f8c1cbee9aa0d30e7fbad5ec.jpg>

Amat, J. (2016). T-test: Comparación de medias poblacionales dependientes (pareadas). Recuperado de https://rpubs.com/Joaquin_AR/218467

Ausubel, D. (1999). Teoría del aprendizaje significativo. Recuperado de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38902537/Aprendizaje_significativo.pdf?1443319619=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTEORIA_DEL_APRENDIZJE_SIGNIFICATIVO_TEOR.pdf&Expires=1592437804&Signature=M9bbgXtpd-Mvq9mK9Q8i7U3cgrGMomiqxy3vt5Pref95G18XsM54FWLhwVCmS5CaZDGqpBCsBSxtKE-hhcxnDCKneTcOBVJnB0qV-Z8gbOCAA3xelZ74Is2CR5ZjY0K8spthJJXuhqM1XEGakmiJ0BDK~EYjMJ13cueuF04BYK~hnnDzMMWvSe3x8VKuj4UAR832dEYs6qXbgUoot7sFqCpYhmYr7FmT9HHHaaqP3FaPD3ww2lj-kNJcJlf9QTUX-nq91HuhOrKijyIr1dhr87hziWU7BMbkFe-2JO63sqjbxlpAH3CcvkhA0DxNA1oR~3-aotzol2ly33DuzhlB1g__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Barreto, C. Gutiérrez, L. Pinilla, B. y Parra, C. (2006). Límites del constructivismo pedagógico. *Educación y educadores* 9(1). Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-12942006000100002

Bermúdez, M. (2016). Geometry-AR (Augmented Reality) [Imagen]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=x7J2M77EYhg>

Bermúdez, M. (2017). Geometría - Realidad Aumentada. Disponible en Google play. Recuperado de https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ZombieStudio.GeometryAR&hl=es_CO

Brousseau, G. (2000). Educación y didáctica de las matemáticas. *Educación Matemática* 12 (1), pp. 5 - 38. Recuperado de <http://www.revista-educacion-matematica.org.mx/descargas/Vol12/1/03Brousseau.pdf>

Buitrago, R. (2015). Incidencia de la realidad aumentada sobre el estilo cognitivo: caso para el estudio de las matemáticas. *Educación y Educadores* 18(1), 27-41. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-12942015000100002&lang=es

Calderín, E. y Soto, M. (2014). *Utilización de la realidad aumentada para la creación de una aplicación con materiales didácticos interactivos que estimulen el pensamiento geométrico y espacial en el grado 5° de primaria*. (Tesis de pregrado). Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. Recuperado de <http://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/728/DEFINITIVO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Céspedes, G. Valencia, B. y Santacruz, S. (2012). Realidad Aumentada como herramienta en la enseñanza~ aprendizaje de geometría básica. *Panorama* (8), 50-58. Recuperado de <http://revia.areandina.edu.co/ojs/index.php/LI/article/view/424>

Chartuni, A. y Sánchez, J. (2018). Aplicación de realidad aumentada para EcoCampus. Universidad del Norte, Barranquilla. Recuperado de <http://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/8248>

Decreto 1377, (2013). Régimen General de Protección de Datos Personales. Recuperado de <http://www.lasallecucuta.edu.co/infopdf/decreto1377.pdf>

De la Torre, J., Martín, N., Saorín, J. Carbonell, C., & Contero, M. (2015). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *Revista De Educación a Distancia*, (37). Recuperado de <https://revistas.um.es/red/article/view/234041>

Del Cerro, F., & Morales, G. (2017). Realidad Aumentada como herramienta de mejora de la inteligencia espacial en estudiantes de educación secundaria. *Revista De Educación a Distancia*, (54). Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/red/article/view/29883>

De Zubiría, J. (2018). ¿Por qué no es cierto que Colombia esté invirtiendo mucho en educación? *Revista Semana*. Recuperado de <https://www.semana.com/educacion/articulo/el-cambio-que-necesita-la-educacion-en-colombia/558650>

Esteban, P. Trefftz, H. y Restrepo, J. (2006). Estrategias de visualización en el cálculo de varias variables. *Educación y Pedagogía*, 18(45), 119 -131. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2239984>

Galván, A. y Navas, J. (2018). *Diseño e implementación de un sistema basado en QR Code y realidad aumentada para el desarrollo de los módulos de Linux del programa de ingeniería de sistemas de la universidad de córdoba*. (Tesis de pregrado). Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. Recuperado de <http://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/727>

García, A. (2013). Las TIC en el aula por un aprendizaje constructivo y significativo. Aplicación en alumnos de la USEE. *Pràcticum li - Psicologia De L'educació*. Recuperado de <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/24681/6/agarciacamPracticum0613memoria.pdf>

García, J. Santizo, J. y Alonso, C. (2009). INSTRUMENTOS DE MEDICION DE ESTILOS DE APRENDIZAJE. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 2 (4). Recuperado de <http://revistaestilosdeaprendizaje.com/article/download/886/1574>

Gibelli, T. Graziani, A. y Sanz, C. (2017). Revisión de herramientas para la creación de modelos 3D orientados a la enseñanza de la matemática con realidad aumentada. *XXIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*. La Plata, Argentina. Recuperado de https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/9022/11746_9022.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Godino, J. Batanero, C. y Font, V. (2004). Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas. En Godino, J. (Ed), *Didáctica de las Matemáticas para Maestros*. (pp.5 - 123). Granada, España: GAMI, S. L. Recuperado de https://www.ugr.es/~jgodino/edumat-maestros/manual/9_didactica_maestros.pdf

Gómez, J. (2017). Colombia, el país donde la educación es negocio. Las dos orillas (octubre 20). Recuperado de <https://www.las2orillas.co/colombia-el-pais-donde-la-educacion-es-negocio/>

González, J. (2017). *Pensamiento Espacial: Una experiencia de aula apoyada por realidad aumentada y Learning Catalytics, para el desarrollo de habilidades de razonamiento geométrico*. (Tesis de maestría). Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://recursos.portaleducoas.org/sites/default/files/5086.pdf>

González, M. (2016). Capítulo III: Prueba de hipótesis. Recuperado de https://rpubs.com/mgtagle-73/Analisis_CapIII

Google sites, (2019). Aprende geometría. Figuras tridimensionales. Recuperado de <https://sites.google.com/site/aprendiendogeometriadelcoltol/figuras-tridimensionales>

Guayta, C. (2018). *Ar-book como estrategia de aprendizaje del razonamiento espacial en educación media*. (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ambato, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/2417/1/76700.pdf>

Hernández, R. & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación - Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de <https://www.ebooks7-24.com:443/?il=6443>.

ICFES, (2012). SABER 5o. y 9o. Cuadernillo de prueba Matemáticas, 9o. grado, calendario B. Recuperado de [http://paidagogos.co/banco_pruebassaber/prueba_matematica9_calendario\(b\)2009.pdf](http://paidagogos.co/banco_pruebassaber/prueba_matematica9_calendario(b)2009.pdf)

ICFES, (2014). Saber 3º, 5º y 9º .Cuadernillo de prueba EJEMPLO DE PREGUNTAS Saber 9º Matemáticas. Recuperado de <https://www.icfes.gov.co/documents/20143/489878/Ejemplos%20de%20preguntas%20saber%209%20matematicas%202014%20v2.pdf>

ICFES, (2015). Saber 3º, 5º y 9º 2015 Cuadernillo de prueba EJEMPLO DE PREGUNTAS Saber 9º Matemáticas. Recuperado de <https://educacionyempresa.com/wp-content/uploads/2015/10/Ejemplos-de-preguntas-saber-9-matematicas-2015.pdf>

ICFES, (2016). Saber 3º, 5º y 9º. Cuadernillo de prueba Primera edición Matemáticas Grado 9º. Recuperado de <https://www.icfes.gov.co/documents/20143/489878/Ejemplos%20de%20preguntas%20saber%209%20matematicas%202015%20v3.pdf>

ICFES, (2017). Expedición Saber. Recuperado de <https://www.icfes.gov.co/documents/20143/237489/Presentacion%20evento%20de%20socializacion%20-%20pisa%202018.pdf>

ICFES, (2018). Informe de RESULTADOS NACIONALES Saber 3°, 5° y 9° 2012 – 2017. Recuperado de <https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1323329/Informe%20nacional%20saber%20569%202012%202017.pdf>

ICFES, (2018). Informe por colegio. Recuperado de <http://www2.icfesinteractivo.gov.co/ReportesSaber359/consultaReporteEstablecimiento.jsp>

ICFES, (2019). Informe por colegio. Recuperado de <https://www2.icfesinteractivo.gov.co/resultados-saber2016-web/pages/publicacionResultados/agregados/saber11/agregadoHistoricoEstablecimiento.jsf#No-back-button>

Joya, A. (2013). *Los caminos del saber. Matemáticas 9. Edición para el docente*. Bogotá, Colombia: Ed. Santillana. S.A

López, J. y Gutiérrez, D. (2018). Efecto del uso de la herramienta “Realidad aumentada” en el rendimiento académico de estudiantes de Educación Básica. *Perspectivas* 3 (1), 6-12. Recuperado de <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/perspectivas/article/view/1464>

Marino, J. y Stefanell, I. (2012). Uso de Realidad Aumentada para Enseñanza de Conceptos Básicos de Física Mecánica. *Ingeniare* 7 (12), 11-6. Recuperado de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ingeniare/article/view/631>

Ministerio de Educación Nacional MEN, (1998). Matemáticas. Lineamientos curriculares. MEN. Bogotá.

MEN, (2006). Documento No. 3 Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Recuperado de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf2.pdf

MEN, (2013). Guía N° 47. Formulación de proyectos del sector educativo en el marco del sistema general de regalías. Recuperado de https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-328877_archivo_pdf.pdf

MEN, (2016). Derechos Básicos de Aprendizaje. Matemáticas, Vol. 2. Recuperado de http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_Matem%C3%A1ticas.pdf

Mundo primaria, (2015). Figuras planas: Clasificación de polígonos [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=fobhsYGab40&t=5s>

O'Brien, L. (1990). Test para determinar el Canal de Aprendizaje de preferencia. Recuperado de <http://pnliafi.com.ar/wp-content/uploads/2016/07/test-canal-de-aprendizaje-de-preferencia.pdf>

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO. OCDE. (Octubre de 2003). Informe PISA 2003 Aprender para el mundo del mañana. Recuperado de <http://www.oecd.org/pisa/39732493.pdf>

Pajares, E. (2015). *Diseño de actividades didácticas con Realidad Aumentada*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Educación a Distancia UNED, Madrid, España. Recuperado de http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:masterComEdred-Eppajares/Pajares_Ortega_Elena_Paula_TFM.pdf

Polo, H. (2019). "*Resolución de problemas aritméticos con enunciado verbal (PAEV) mediante el uso de Mangus Classroom en estudiantes de básica primaria de Barranquilla*". (Tesis de maestría). Universidad de la Costa, Barranquilla, Atlántico, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11323/5152>

Puello, P. Fernández, D. y Cabarcas, A. (2014). Herramienta para la Detección de Estilos de Aprendizaje en Estudiantes utilizando la Plataforma Moodle. *Formación Universitaria* 7(4), 15-24. Centro de Información Tecnológica La Serena, Chile. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3735/373534459003.pdf>

Realini, S. (2014). Poliedros cóncavos y convexos [Imagen]. Recuperado de https://rea.ceibal.edu.uy/elp/poliedros/cncavos_y_convexos.html

Realini, S. (2014). Poliedros. Fórmula de Euler [Imagen]. Recuperado de https://rea.ceibal.edu.uy/elp/poliedros/frmula_de_euler.html

Ribera, J. y Cuadrado, M. (2016). LegoMath. Realidad aumentada en el aula de matemáticas. En Roig-Vila, R. (Ed.), *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje* (1128-1133). Barcelona, España: Octaedro. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6038588>

Rojas, M. (2018). *SketchUp como herramienta interactiva en el aprendizaje de geometría del espacio en el quinto grado de Educación Secundaria de la I.E. Fe y Alegría N° 3 San Juan de Miraflores, Lima. 2017*. (Tesis de maestría). Universidad

Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.une.edu.pe/handle/UNE/2290>

Rubio, M. y Berlanga, V. (2012). Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico. *REIRE* 5 (2), 83 -100. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/41554689.pdf>

Ruiz, E. Gutiérrez, J. Garay, L. (2018). Visualizando problemas de la derivada con aplicaciones en dispositivos móviles. *Innovación educativa* 18 (76). Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732018000100039&lang=es

Saldarriaga, P. Bravo, G. y Loor, M. (2016). La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea. *Dominio de las Ciencias* 2 (núm. esp.) pp. 127-137. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5802932.pdf>.

Saldivia, A. Gibelli, T. y Sanz, C. (2018). Propuesta pedagógica para la comprensión del espacio tridimensional utilizando Realidad Aumentada. *XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*. 310 - 319. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/73133>

Sánchez, L., Reyes, M., Ortiz, D. y Olarte, F. (2017). El rol de la infraestructura tecnológica en relación con la brecha digital y la alfabetización digital en 100 instituciones educativas de Colombia. *Calidad en la educación*, 112-144. Recuperado de <https://bit.ly/2LFggXH>.

SEMANA, (2019). Colombia, el país de la Oede con los resultados más bajos en las pruebas Pisa 2018. *Revista Semana*. Recuperado de <https://www.semana.com/educacion/articulo/como-le-fue-a-colombia-en-las-ultimas-pruebas-pisa/642984>

Soto, R. (2017). *Realidad aumentada y secuencias didácticas como elementos de mejora en la educación matemática y la formación permanente del profesorado*. (Tesis doctoral). Universidad Autónoma De Madrid. Recuperado de https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/680152/soto_varela_roberto.pdf?sequence=1

Tobar, H. Fabregat, R. y Baldiris, S. (2015). Augmented Reality Game-Based Learning for Mathematics Skills Training in Inclusive Contexts. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, (21), 39-51. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5113267>

Valdelomar, A. (s.f.). Elementos de un poliedro [Imagen]. Recuperado de <https://image.slidesharecdn.com/presentaciondesolidos-090627092948-phpapp01/95/presentacion-de-solidos-9-728.jpg?cb=1246095014>

ANEXOS

Anexo A. Test estilos de aprendizaje PNL Lynn O'Brien (1990).

Test para determinar el Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien (1990)

Lea cuidadosamente cada oración y piense de qué manera se aplica a usted. En cada línea escriba el número que mejor describe su reacción a cada oración.

**Casi siempre: 5 Frecuentemente: 4 A veces: 3
Rara vez: 2 Casi nunca: 1**

1. Puedo recordar algo mejor si lo escribo.
2. Al leer, oigo las palabras en mi cabeza o leo en voz alta.
3. Necesito hablar las cosas para entenderlas mejor.
4. No me gusta leer o escuchar instrucciones, prefiero simplemente comenzar a hacer las cosas.
5. Puedo visualizar imágenes en mi cabeza.
6. Puedo estudiar mejor si escucho música.
7. Necesito recreos frecuentes cuando estudio.
8. Pienso mejor cuando tengo la libertad de moverme, estar sentado detrás de un escritorio no es para mí.
9. Tomo muchas notas de lo que leo y escucho.
10. Me ayuda MIRAR a la persona que está hablando. Me mantiene enfocado.
11. Se me hace difícil entender lo que una persona está diciendo si hay ruidos alrededor.
12. Prefiero que alguien me diga cómo tengo que hacer las cosas que leer las instrucciones.
13. Prefiero escuchar una conferencia o una grabación a leer un libro.
14. Cuando no puedo pensar en una palabra específica, uso mis manos y llamo al objeto "cosa".
15. Puedo seguir fácilmente a una persona que está hablando aunque mi cabeza esté hacia abajo o me encuentre mirando por una ventana.
16. Es más fácil para mí hacer un trabajo en un lugar tranquilo.
17. Me resulta fácil entender mapas, tablas y gráficos.
18. Cuando comienzo un artículo o un libro, prefiero espiar la última página.
19. Recuerdo mejor lo que la gente dice que su aspecto.
20. Recuerdo mejor si estudio en voz alta con alguien.
21. Tomo notas, pero nunca vuelvo a releerlas.
22. Cuando estoy concentrado leyendo o escribiendo, la radio me molesta.
23. Me resulta difícil crear imágenes en mi cabeza.
24. Me resulta útil decir en voz alta las tareas que tengo para hacer.
25. Mi cuaderno y mi escritorio

pueden verse un desastre, pero sé exactamente dónde está cada cosa.

26. Cuando estoy en un examen, puedo "ver" la página en el libro de textos y la respuesta.

27. No puedo recordar una broma lo suficiente para contarla luego.

28. Al aprender algo nuevo, prefiero escuchar la información, luego leer y luego hacerlo.

29. Me gusta completar una tarea antes de comenzar otra.

30. Lleo mis dedos para contar y muevo los libros cuando leo.

31. No me gusta releer mi trabajo.

32. Cuando estoy tratando de recordar algo nuevo, por ejemplo, un número de teléfono, me ayuda formarme una imagen mental para lograrlo.

33. Para obtener una nota extra, prefiero grabar un informe a escribirlo.

34. Fantaséo en clase.

35. Para obtener una calificación extra, prefiero crear un proyecto a escribir un informe.

36. Cuando tengo una gran idea, debo escribirla inmediatamente, o la olvido con facilidad.

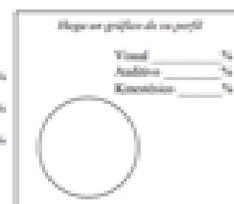
Resultado del Test del Canal de Aprendizaje de preferencia

Indicativamente marque los resultados en cada línea

1. _____	2. _____	3. _____
4. _____	5. _____	6. _____
7. _____	8. _____	9. _____
10. _____	11. _____	12. _____
13. _____	14. _____	15. _____
16. _____	17. _____	18. _____
19. _____	20. _____	21. _____
22. _____	23. _____	24. _____
25. _____	26. _____	27. _____
28. _____	29. _____	30. _____
31. _____	32. _____	33. _____
34. _____	35. _____	36. _____
Total Visual _____	Total Auditivo _____	Total Kinestésico _____

Total Visual _____
 Total Auditivo _____
 Total Kinestésico _____
 Total de las 3 categorías _____

Convierta cada categoría en un porcentaje:
 Visual = $\frac{\text{puntos visual}}{\text{Puntaje total}} = \frac{\quad}{\quad} \%$
 Auditivo = $\frac{\text{puntos auditivo}}{\text{Puntaje total}} = \frac{\quad}{\quad} \%$
 Kinestésico = $\frac{\text{puntos kinestésico}}{\text{Puntaje total}} = \frac{\quad}{\quad} \%$



Fuente: <http://pnliafi.com.ar/wp-content/uploads/2016/07/test-canal-de-aprendizaje-de-preferencia.pdf>

Anexo B. Pretest o prueba diagnóstica.

EXAMEN DE MATEMÁTICAS GRADO NOVENO

FECHA: ____/____/____

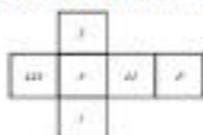
DOCENTE: LORENA CORDERO ARQUEZ

NOMBRE: _____

ESTÁNDAR: Conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanza entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas.

Preguntas de selección múltiple con única respuesta. Rellene el espacio correspondiente en la tabla de respuesta.

1. La figura 1 muestra el molde que permite armar un sólido y la figura 2 muestra una de las vistas del sólido armado.



- 1. frontal
- 2. lateral
- 3. superior
- 4. inferior
- 5. izquierdo
- 6. posterior

Figura 1. Desarrollo de un sólido.



Figura 2. Vista del sólido.

¿A qué vista del sólido corresponde la figura 2?

- A. A cualquiera de las 6 vistas, pues con el molde se arma un cubo.
 - B. A 4 de las 6 vistas, pues con el molde se arma un prisma rectangular.
 - C. A 2 de las 6 vistas, pues solamente la cara frontal y posterior del sólido son cuadradas.
 - D. A 1 de las 6 vistas del sólido, pues cada vista del sólido es distinta de las demás.
2. Una máquina que realiza cortes precisos para maquetas especializadas de diseño industrial, cortó un cilindro por la mitad diagonalmente (ver figura).



El cilindro quedó dividido en dos partes. ¿Cuál de los siguientes sólidos corresponde a la parte Z del cilindro?



3. Observa la figura 1 construida sobre una cuadrícula.

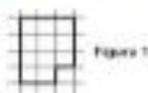
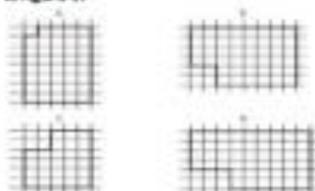


Figura 1

¿A cuál de las siguientes figuras es semejante la figura 1?



4. En la figura, las rectas h y j son paralelas, y los triángulos LPR y QPS son congruentes.



Con la información anterior NO es correcto afirmar que

- A. $\frac{PL}{PQ} = \frac{PR}{PS}$
- B. $RP = SQ$
- C. $\frac{PM}{PN} = \frac{PS}{PL}$
- D. $RP = QS$

5. Una empresa que produce barras de chocolate empaqueta su producto en cajas como la que se muestra en la figura.



¿Con cuál de los siguientes moldes se puede armar la caja?

Anexo C. Análisis de los ítems evaluados en el Pretest.

ÍTEM	COMPETENCIA	AFIRMACIÓN	NIVEL DE DESEMPEÑO	SOL.
1	Razonamiento	Analizar la validez o invalidez de usar procedimientos para la construcción de figuras planas y cuerpos con medidas dadas.	Mínimo	A
2	Comunicación	Representar y describir propiedades de objetos tridimensionales desde diferentes posiciones y vistas.	Mínimo	B
3	Razonamiento	Hacer conjeturas y verificar propiedades de congruencia y semejanza entre figuras bidimensionales.	Mínimo	B
4	Razonamiento	Hacer conjeturas y verificar propiedades de congruencia y semejanza entre figuras bidimensionales.	Satisfactorio	B
5	Razonamiento	Argumentar formal e informalmente sobre propiedades y relaciones de figuras planas y sólidos.	Mínimo	B
6	Razonamiento	Representar y describir propiedades de objetos tridimensionales desde diferentes posiciones y vistas.	Mínimo	D
7	Comunicación	Identificar características de localización de objetos en sistemas de representación cartesiana y geográfica.	Satisfactorio	D
8	Razonamiento	Utilizar técnicas y herramientas para la construcción de figuras planas y cuerpos con medidas dadas.	Satisfactorio	C
9	Comunicación	Utilizar sistemas de referencia para localizar o describir posición de objetos y figuras.	Satisfactorio	D
10	Razonamiento	Argumentar formal e informalmente sobre propiedades y relaciones de figuras planas y sólidos.	Satisfactorio	A

Fuente: autor, basado en ICFES, (2012). SABER 5o. y 9o. Cuadernillo de prueba Matemáticas, 9o. grado, calendario B; ICFES, (2014). Saber 3º, 5º y 9º .Cuadernillo de prueba EJEMPLO DE PREGUNTAS Saber 9º Matemáticas; ICFES, (2015). Saber 3º, 5º y 9º 2015 Cuadernillo de prueba EJEMPLO DE PREGUNTAS Saber 9º Matemáticas; ICFES, (2016). Saber 3º, 5º y 9º. Cuadernillo de prueba Primera edición Matemáticas Grado 9º.

Anexo D. Postest o prueba luego de la implementación de la estrategia didáctica mediada por RA.

EXAMEN DE MATEMÁTICAS GRADO NOVENO

FECHA: ____/____/____

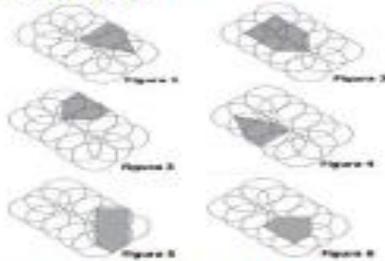
DOCENTE: LORENA CORDERO ARQUEZ

NOMBRE: _____

ESTÁNDAR: Conjeturar y verificar propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas.

Preguntas de selección múltiple con única respuesta. Rellena el espacio correspondiente en la tabla de respuesta.

1. En clase de artes, un estudiante de noveno dibujó flechas como se muestra en las figuras 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Todas las circunferencias tienen igual radio.



- ¿Cuáles flechas son congruentes entre sí?
- A. Todas, pues tienen la misma forma y cinco lados rectos.
- B. Las flechas 1 y 4, y las flechas 3 y 6, pues entre ellas tienen la misma forma e igual longitud entre sus lados correspondientes.
- C. Las flechas 1 y 6, y las flechas 3 y 4, pues entre ellas tienen la misma forma e igual longitud entre sus lados correspondientes.
- D. Ninguna flecha es congruente con otra, ya que todas tienen diferente dirección.

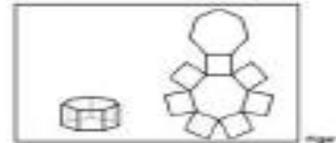
2. Un polígono es convexo si contiene todos los posibles segmentos de recta que se puedan unir entre un par de puntos pertenecientes a su superficie, sin que los segmentos corten un lado o salgan de la figura (ver figura).



En el anterior cuadro compuesto por los polígonos Q, P, Y, T, W, X y Z, ¿cuáles polígonos son NO convexos?

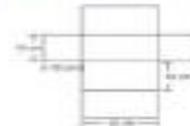
- A. W, X, Y, Z.
 B. Q, T, W, Y.
 C. P, T, Y, Z.
 D. P, T, W, X.

3. La figura muestra un prisma heptagonal y uno de sus desarrollos planos.

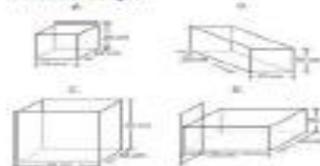


Con este desarrollo plano se puede construir el prisma heptagonal, porque

- A. El desarrollo plano tiene 7 cuadrados y el prisma tiene 7 caras cuadradas.
- B. El número total de lados de los polígonos que conforman el desarrollo plano es igual al número de aristas del sólido.
- C. Los polígonos del desarrollo plano corresponden a las caras del sólido y están correctamente ubicados.
- D. El desarrollo plano tiene 2 heptágonos y el prisma tiene 2 caras heptagonales.
4. Una máquina corta moldes de cartón que se doblan y se pegan para construir cajas, con las medidas que se muestran en el siguiente dibujo.



¿Cuál de las siguientes cajas se arma con el molde del dibujo?



Continuación del Anexo D.



INSTITUCIÓN EDUCATIVA RETIRO DE LOS INDIOS
 NIT 900127214-0 DANE 223162000534 – CODIGO ICFES 109801
 Con reconocimiento oficial por la Secretaría de Educación Departamental de Córdoba Mediano
 Resolución N° 003760 de noviembre 30 del 2017.



5. En la figura se muestra un paralelepípedo recto.



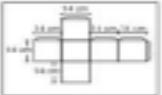
¿Cuál de las siguientes afirmaciones no es verdadera?

A. Los rectángulos DEHC y AFGD tienen la misma área.
 B. El rectángulo ABCD es congruente con el rectángulo FGHE.
 C. La medida del segmento DG es igual a la medida del segmento AC.
 D. La medida del segmento EA es igual a la medida del segmento CG.

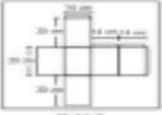
E. Una empresa de empaques ofrece a una pastelería los siguientes cuatro modelos de cajas para que empaquen algunos de sus productos.



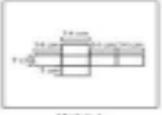
Modelo 1



Modelo 2



Modelo 3



Modelo 4

¿Cuál de los modelos debe escoger la pastelería para empaquetar tortas de forma cilíndrica de 20 cm de altura y 7 cm de radio?

A. El modelo 1
 B. El modelo 2
 C. El modelo 3
 D. El modelo 4

En la figura 2, los puntos $(-3, 0)$, $(-5, -6)$ y $(-1, -6)$ determinan:

A. El polígono 1.
 B. El polígono 2.
 C. El polígono 3.
 D. El polígono 4.

8. En la figura se muestra un prisma hexagonal.



NO es correcto afirmar que el prisma tiene

A. 6 caras rectangulares.
 B. 10 vértices.
 C. 2 caras hexagonales.
 D. 18 aristas.

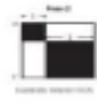
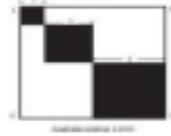
9. ¿Cuál de los anteriores sólidos tiene igual número de vértices que de caras?






A. Tetraedro.
 B. Hexaedro.
 C. Prisma triangular.
 D. Heptaedro.

10. La figura muestra los tres primeros pasos de una secuencia de construcción de cuadrados:

Si continúas la secuencia, ¿cuánto mide el lado del cuadrado exterior en el paso 4?

A. 8
 B. 9
 C. 10
 D. 12

7. En la figura 1 se muestra la propuesta de un diseñador para la cubierta de una revista; en la figura 2 se representan, en un sistema de coordenadas cartesianas, los polígonos que conforman el diseño.

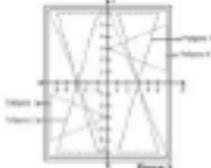



TABLA DE RESPUESTA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A										
B										
C										
D										
E										

Fuente: autor, basado en ICFES, (2012). SABER 5o. y 9o. Cuadernillo de prueba Matemáticas, 9o. grado, calendario B; ICFES, (2014). Saber 3º, 5º y 9º .Cuadernillo de prueba EJEMPLO DE PREGUNTAS Saber 9º Matemáticas; ICFES, (2015). Saber 3º, 5º y 9º 2015 Cuadernillo de prueba EJEMPLO DE PREGUNTAS Saber 9º Matemáticas; ICFES, (2016). Saber 3º, 5º y 9º. Cuadernillo de prueba Primera edición Matemáticas Grado 9º.

Anexo E. Análisis de los ítems evaluados en el Postest.

ÍTEM	COMPETENCIA	AFIRMACIÓN	NIVEL DE DESEMPEÑO	SOL.
1	Razonamiento	Hacer conjeturas y verificar propiedades de congruencia y semejanza entre figuras bidimensionales.	Satisfactorio	B
2	Razonamiento	Argumentar formal e informalmente sobre propiedades y relaciones de figuras planas y sólidos.	Satisfactorio	B
3	Razonamiento	Analizar la validez o invalidez de usar procedimientos para la construcción de figuras planas y cuerpos con medidas dadas.	Satisfactorio	C
4	Razonamiento	Utilizar técnicas y herramientas para la construcción de figuras planas y cuerpos con medidas dadas.	Satisfactorio	B
5	Comunicación	Representar y reconocer objetos tridimensionales desde diferentes posiciones y vistas.	Satisfactorio	C
6	Razonamiento	Generalizar procedimientos de cálculo para encontrar el área de figuras planas y el volumen de algunos sólidos.	Satisfactorio	C
7	Comunicación	Utilizar sistemas de referencia para localizar o describir posición de objetos y figuras.	Satisfactorio	B
8	Comunicación	Representar y describir propiedades de objetos tridimensionales desde diferentes posiciones y vistas.	Avanzado	B
9	Comunicación	Representar y describir propiedades de objetos tridimensionales desde diferentes posiciones y vistas.	Avanzado	A
10	Razonamiento	Argumentar formal e informalmente sobre propiedades y relaciones de figuras planas y sólidos.	Avanzado	C

Fuente: autor, basado en ICFES, (2012). SABER 5o. y 9o. Cuadernillo de prueba Matemáticas, 9o. grado, calendario B; ICFES, (2014). Saber 3º, 5º y 9º .Cuadernillo de prueba EJEMPLO DE PREGUNTAS Saber 9º Matemáticas; ICFES, (2015). Saber 3º, 5º y 9º 2015 Cuadernillo de prueba EJEMPLO DE PREGUNTAS Saber 9º Matemáticas; ICFES, (2016). Saber 3º, 5º y 9º. Cuadernillo de prueba Primera edición Matemáticas Grado 9º.

Anexo F. Lista de participantes de la muestra de estudiantes y consentimiento firmado de los padres de familia.

DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN PARA EL USO DE IMÁGENES Y FIJACIONES AUDIOVISUALES (VIDEOS) OTORGADO A LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RETIRO DE LOS INDIOS Y A LA UNIVERSIDAD DE SANTANDER

Institución Educativa: Retiro de los Indios
Código DANE: 223162000534 Municipio: Cereté
Docente directamente responsable del tratamiento de datos personales (Art. 3 ley 1581 de 2012):
Lorena María Cordero Arquez CC: 26203670

Los abajo firmantes, mayores de edad, madre, padre o representante legal del estudiante menor de edad relacionado(s) en la lista de abajo, por medio del presente documento otorgamos autorización expresa para el uso de la imagen del menor, bajo los parámetros permitidos por la Constitución, la Ley y la Jurisprudencia, en favor de la Institución Educativa Retiro de los Indios de la ciudad de Cereté y de la Universidad de Santander. La autorización se registró en particular por las siguientes:

CLÁUSULAS

PRIMERA. Autorización y objeto. Mediante el presente instrumento autorizamos a la Institución Educativa Retiro de los Indios de la ciudad de Cereté (ubicada en el corregimiento Retiro de los Indios, calle del comercio, con correo ee_22316200053401@hotmail.com y teléfono 3107314731 y a la Universidad de Santander (ubicada en Campus Universitario Lagos del Cacique Calle 70 No 55-210 Bucaramanga, con correo mailing130@postman.cvudes.edu.co y teléfono 01 8000 119 393), para que hagan uso y tratamiento de la imagen del menor abajo referido, para incluirla en fotografías, procedimientos análogos a la fotografía, así como en producciones audiovisuales (videos) exclusivamente relacionadas con actividades académicas y de investigación formalmente avaladas por estas instituciones.

SEGUNDA. Alcance de la Autorización. La presente autorización se otorga para que la imagen del menor pueda ser utilizada en formato o soporte material en ediciones impresas, y se extiende a la utilización en medio electrónico, óptico, magnético (intranet e internet), mensajes de datos o similares y en general para cualquier medio o soporte conocido o por conocer en el futuro. La publicación podrá efectuarse de manera directa o a través de un tercero que se le designe para tal fin.

TERCERA. Territorio y Exclusividad. La autorización aquí realizada se da sin limitación geográfica o territorial alguna. De igual forma la autorización de uso aquí establecida no implicará exclusividad por lo que se reserva el derecho de otorgar autorizaciones de uso similares y en los mismos términos en favor de terceros.

CUARTA. Divulgación de información. Hemos sido informados acerca de la grabación del video y/o registro fotográfico que utilizará el docente para efectos de la realización de su trabajo de investigación requerido para optar al título de **Magíster en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.

Luego de haber sido informados sobre las condiciones de la participación de (nuestro) hijo(a) o representado(a) en la grabación y/o registro fotográfico y resuelto todas las inquietudes, hemos comprendido en su totalidad la información sobre esta actividad y entendemos que:

- La participación del menor en este video y/o registro fotográfico y los resultados obtenidos por el docente en la presentación y sustentación de su trabajo de grado, no tendrán repercusiones o consecuencias en sus actividades escolares, evaluaciones o calificaciones en el curso.
- La participación del menor en el video y/o registro fotográfico no generará ningún gasto, ni recibiremos remuneración alguna por su participación.

Fuente: Documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo F.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo del estudiante	N° documento del padre, madre o representante legal	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
1062604952	Daniel Machado López	50967554	Keila López	X		Keila L.
1064983256	Rafael Tirado Delgado	30687073	Yaritza Delgado Iglesias	X		Yaritza Delgado Iglesias
1064975428	Jesús David Yáñez Cavada	35115208	Derys Cavada Pérez	X		Derys Cavada Pérez
1064990208	Samuel Enrique Vertel Pestana	35115162	Leivy Pestana Omega	X		Leivy Pestana
1064984756	Valentina Bárceas Machado	35117378	Rosa Machado Sierra	X		Rosa Machado
1013339048	Samuel Morales Puello	44008080	Eris Puello Rojo	X		Eris Puello
1064984593	Ángel David Mejía Díaz	50955025	Aurinda Díaz Romero	X		Aurinda Díaz
1064708984	Miguel Ángel Vallejo Mejía	60848017	Lourdes Gómez Mejía	X		Lourdes G.
1064978706	Josías Ramos Peña	26875316	Yecenia Peña Salazar	X		Yecenia Peña
1062600633	Gabriela Andrea Galarzo Machado	50851215	Dominga Machado Sierra	X		Dominga M.
1064987856	Sara Inés Hernández Suárez	30689456	Lina Suárez Martínez	X		Lina Suárez
1064983303	Yancy Lizana Ortega González	30689512	Viviana González Múscuez	X		Viviana González
1064984853	Jorge Luis Mendoza Viga	35116843	Beatriz Viga Montiel	X		Beatriz Viga
1062606378	Samith de Jesús Cuello Rodríguez	30688903	Kelly Rodríguez Machado	X		Kelly R.
1064987853	Miguel Ángel Hernández Suárez	78016750	Miguel Hernández Martínez	X		Miguel H.
1043648119	Brandy Machuca Gutiérrez de Piñeros	45551379	Rosalba Machuca Gutiérrez de Piñeros	X		Rosalba M.
1137975704	Carol Dayana Hernández Isola	35115345	Milena Isola Gómez	X		Milena Isola
1064982689	Kemar Andrés Garoós Viga	50957175	Nikolia Viga Guerra	X		Nikolia Viga
1137975381	Kelsy Alexandra López Charria	50828505	Mary Sol Charria Salcedo	X		Mary Sol Charria
1064994634	Zharick Bohórquez Ayazo	30687497	Melvis Cecilia Ayazo	X		Melvis Ayazo

Fuente: Documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo F.

Lugar y fecha: Cereté, mayo 12 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Diana Patricia Galancio CCICE: 30.688590

Firma: Diana Paulson G.

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: José Ramos Puello CCICE: 10934306

Firma: José Javier Ramos Puello.

Fuente: Documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Anexo G. Test estilos de aprendizaje PNL Lynn O'Brien (1990) resuelto dentro de la muestra.

Test para determinar el Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien (1990)

Lea cuidadosamente cada oración y piense de qué manera se aplica a usted. En cada línea escriba el número que mejor describe su reacción a cada oración.

Casi siempre: 5 Frecuentemente: 4 A veces: 3
Rara vez: 2 Casi nunca: 1

1. Puedo recordar algo mejor si lo escribo.
2. Al leer, oigo las palabras en mi cabeza o leo en voz alta.
3. Necesito hablar las cosas para entenderlas mejor.
4. No me gusta leer o escuchar instrucciones, prefiero simplemente comenzar a hacer las cosas.
5. Puedo visualizar imágenes en mi cabeza.
6. Puedo estudiar mejor si escucho música.
7. Necesito recreos frecuentes cuando estudio.
8. Pienso mejor cuando tengo la libertad de moverme, estar sentado detrás de un escritorio no es para mí.
9. Tomo muchas notas de lo que leo y escucho.
10. Me ayuda MIRAR a la persona que está hablando. Me mantiene enfocado.
11. se me hace difícil entender lo que una persona está diciendo si hay ruidos alrededor.
12. Prefiero que alguien me diga cómo tengo que hacer las cosas que leer las instrucciones.
13. Prefiero escuchar una conferencia o una grabación a leer un libro.
14. Cuando no puedo pensar en una palabra específica, uso mis manos y llamo al objeto "coso".
15. Puedo seguir fácilmente a una persona que está hablando aunque mi cabeza esté hacia abajo o me encuentre mirando por una ventana.
16. Es más fácil para mí hacer un trabajo en un lugar tranquilo.
17. Me resulta fácil entender mapas, tablas y gráficos.
18. Cuando comienzo un artículo o un libro, prefiero espiar la última página.
19. Recuerdo mejor lo que la gente dice que su aspecto.
20. Recuerdo mejor si estudio en voz alta con alguien.
21. Tomo notas, pero nunca vuelvo a releerlas.
22. Cuando estoy concentrado leyendo o escribiendo, la radio me molesta.
23. Me resulta difícil crear imágenes en mi cabeza.
24. Me resulta útil decir en voz alta las tareas que tengo para hacer.
25. Mi cuaderno y mi escritorio

pueden verse un desastre, pero sé exactamente dónde está cada cosa.

26. Cuando estoy en un examen, puedo "ver" la página en el libro de textos y la respuesta.
27. No puedo recordar una broma lo suficiente para contarla luego.
28. Al aprender algo nuevo, prefiero escuchar la información, luego leer y luego hacerlo.
29. Me gusta completar una tarea antes de comenzar otra.
30. Uso mis dedos para contar y muevo los labios cuando leo.
31. No me gusta releer mi trabajo.
32. Cuando estoy tratando de recordar algo nuevo, por ejemplo, un número de teléfono, me ayuda formarme una imagen mental para lograrlo.
33. Para obtener una nota extra, prefiero grabar un informe a escribirlo.
34. Fantaseo en clase.
35. Para obtener una calificación extra, prefiero crear un proyecto a escribir un informe.
36. Cuando tengo una gran idea, debo escribirla inmediatamente, o la olvido con facilidad.

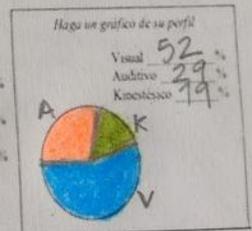
Resultado del Test del Canal de Aprendizaje de preferencia

Cuidadosamente transfiera los resultados en cada línea

1. 2	2. 3	4. 1
5. 4	3. 3	6. 1
9. 3	12. 2	7. 2
10. 5	13. 2	8. 2
11. 5	15. 2	14. 2
16. 5	19. 2	18. 2
17. 3	20. 3	21. 2
22. 4	23. 1	25. 1
26. 4	24. 3	30. 2
27. 3	28. 3	31. 1
32. 3	29. 3	34. 1
36. 4	33. 1	35. 1
Total Visual: 50	Total Auditivo: 28	Total Kinestésico: 18

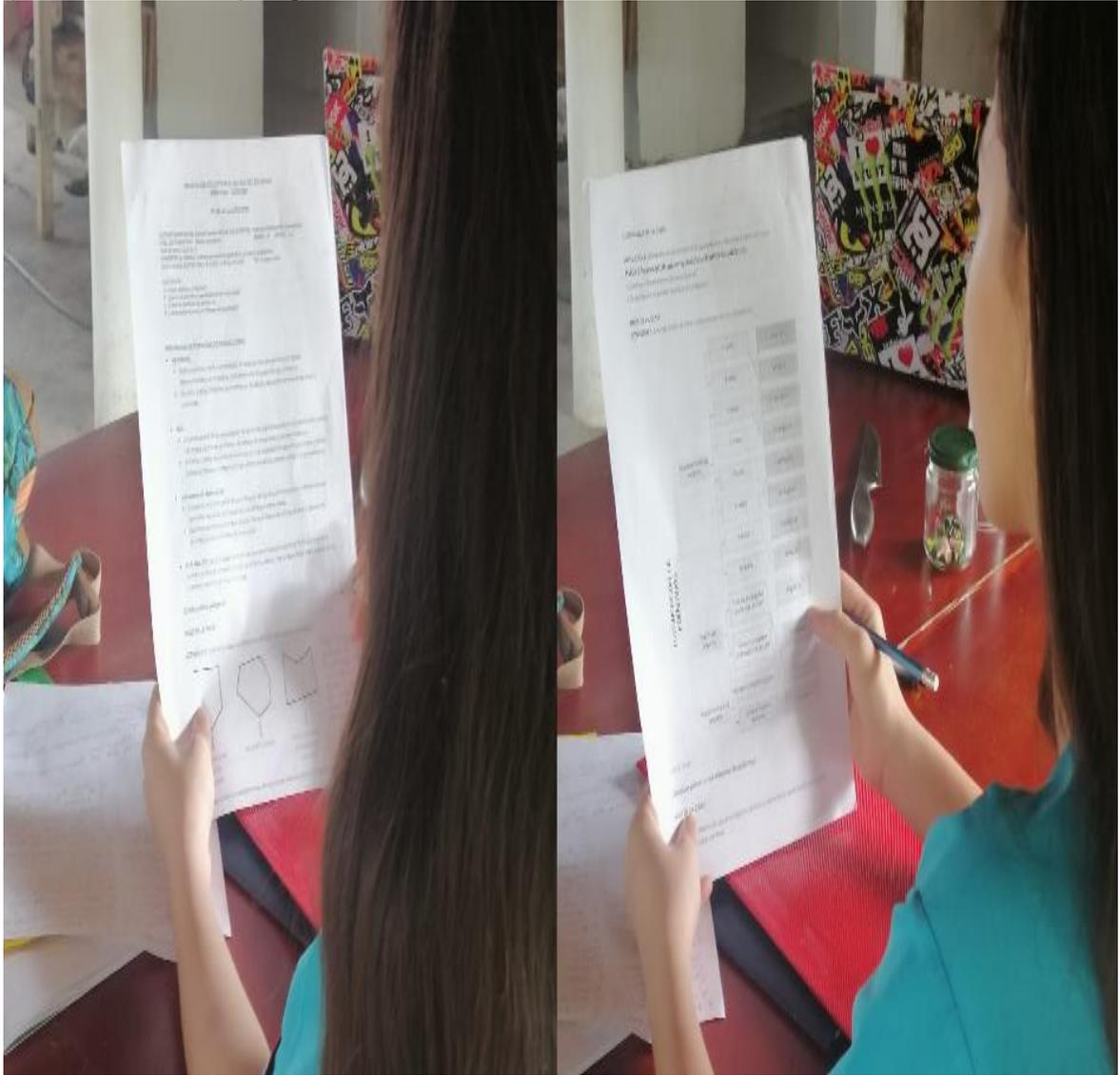
Total Visual: 50
Total Auditivo: 28
Total Kinestésico: 18
Total de las 3 categorías: 96

Convierta cada categoría en un porcentaje:
Visual = $\frac{\text{puntaje visual}}{\text{Puntaje total}}$ = 52%
Auditivo = $\frac{\text{puntaje auditivo}}{\text{Puntaje total}}$ = 29%
Kinestésico = $\frac{\text{puntaje kinestésico}}{\text{Puntaje total}}$ = 19%



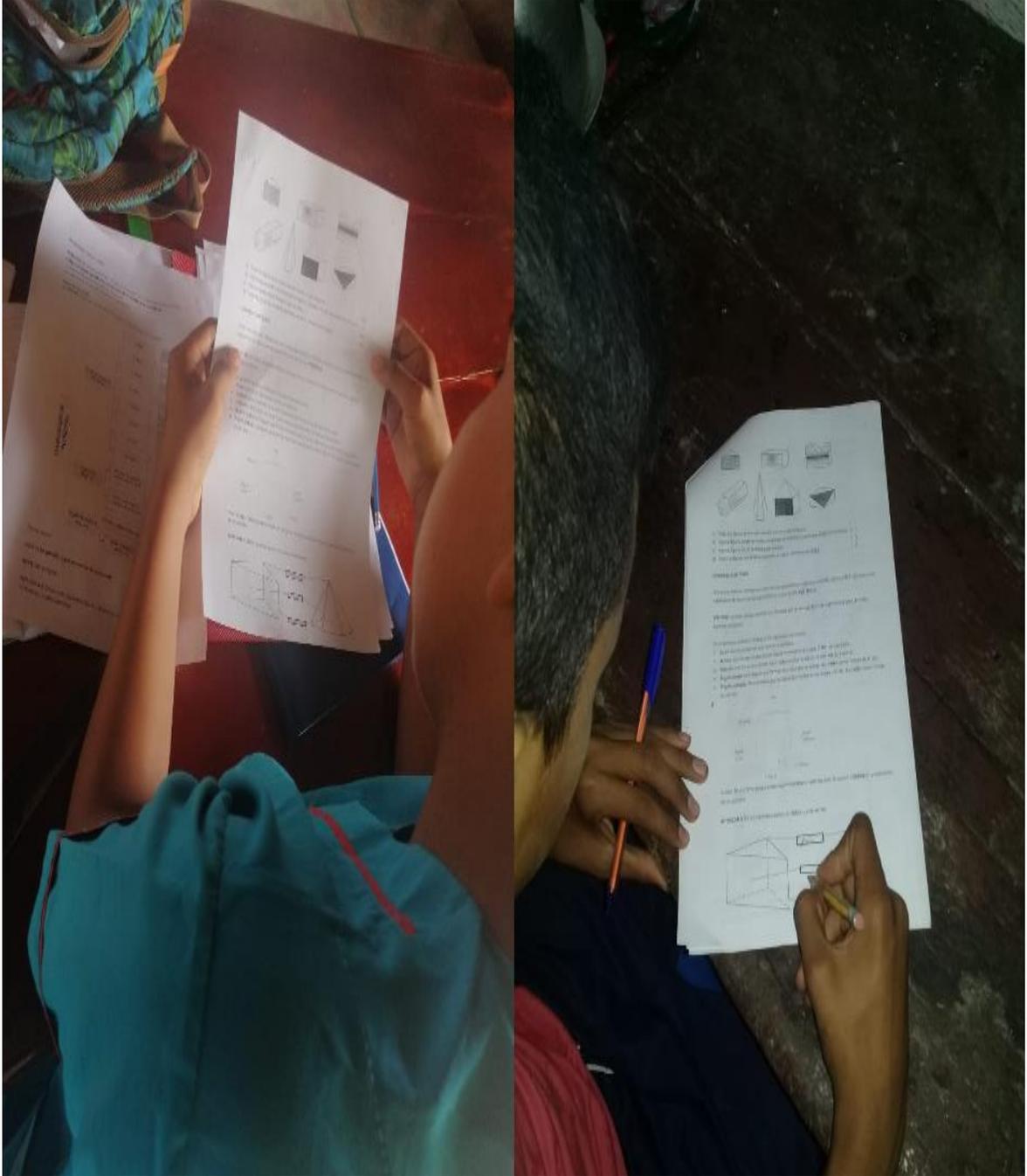
Fuente: autor.

**Anexo H. Desarrollo de la secuencia didáctica sin mediación de RA. Sesión 1.
¿Cómo clasificar polígonos?**



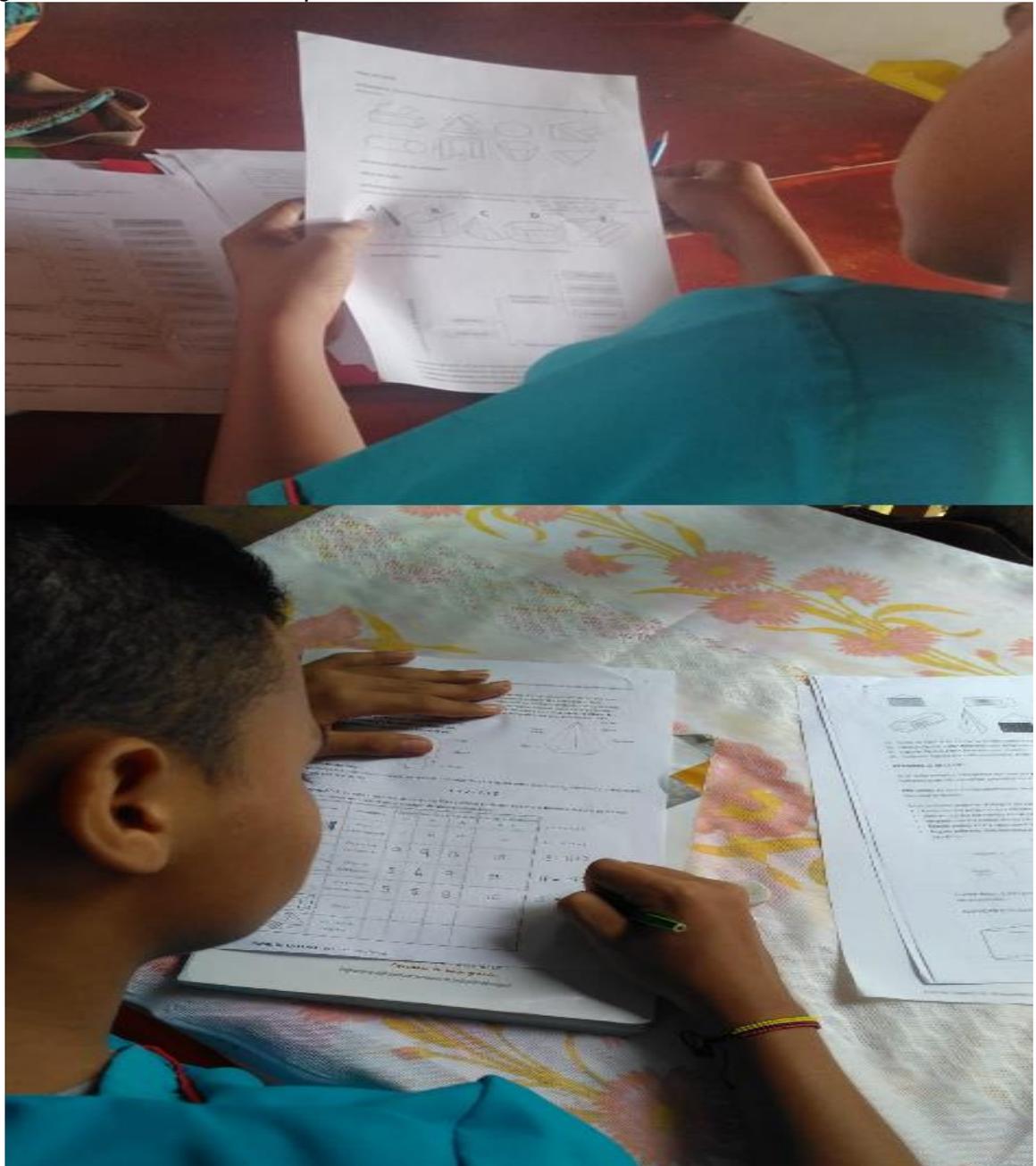
Fuente: autor.

Anexo J. Desarrollo de la secuencia didáctica sin mediación de RA. Sesión 2.
¿Qué es un poliedro y qué elementos lo conforman?



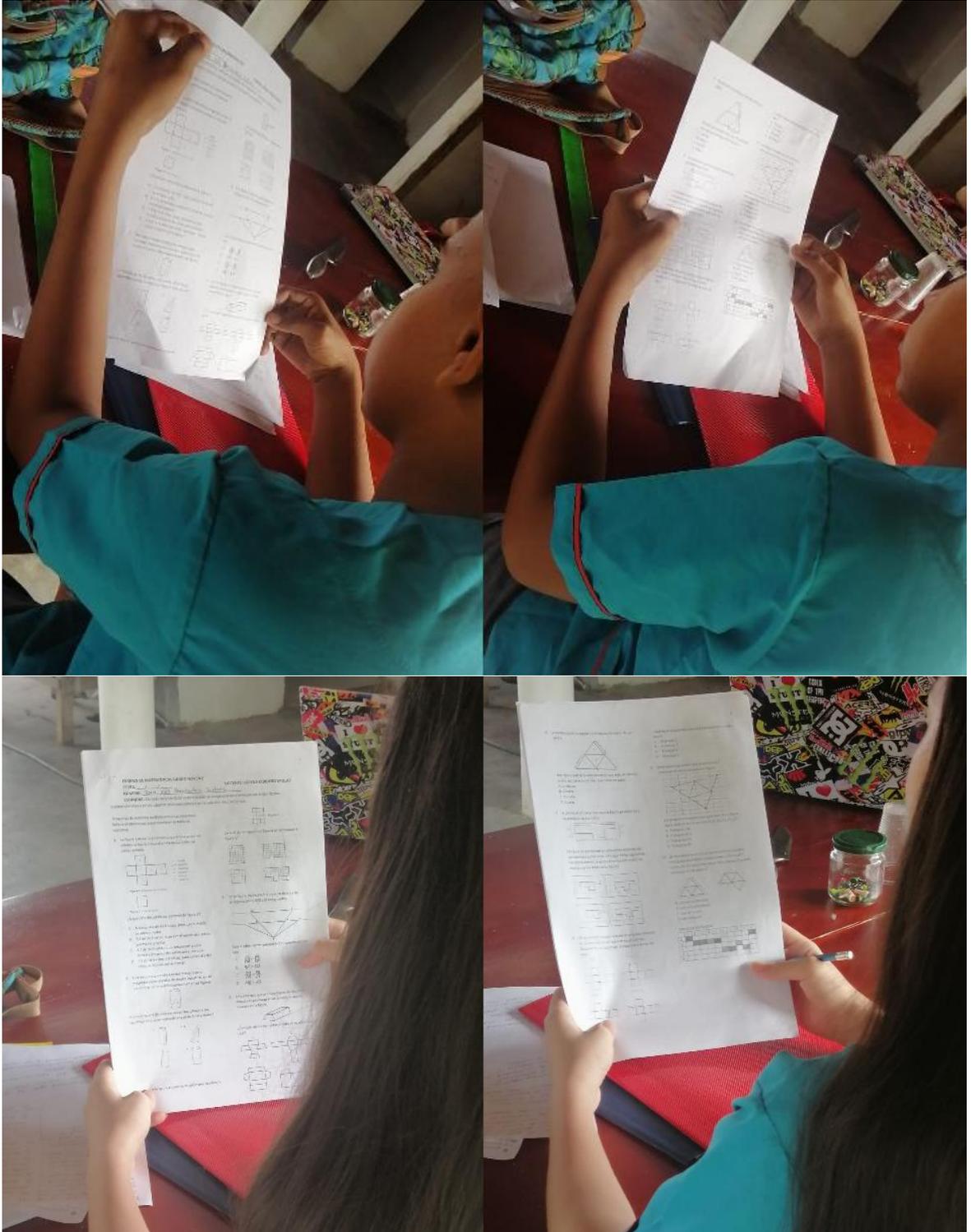
Fuente: autor.

Anexo K. Desarrollo de la secuencia didáctica sin mediación de RA. Sesión 3.
¿Cómo se clasifican los poliedros?



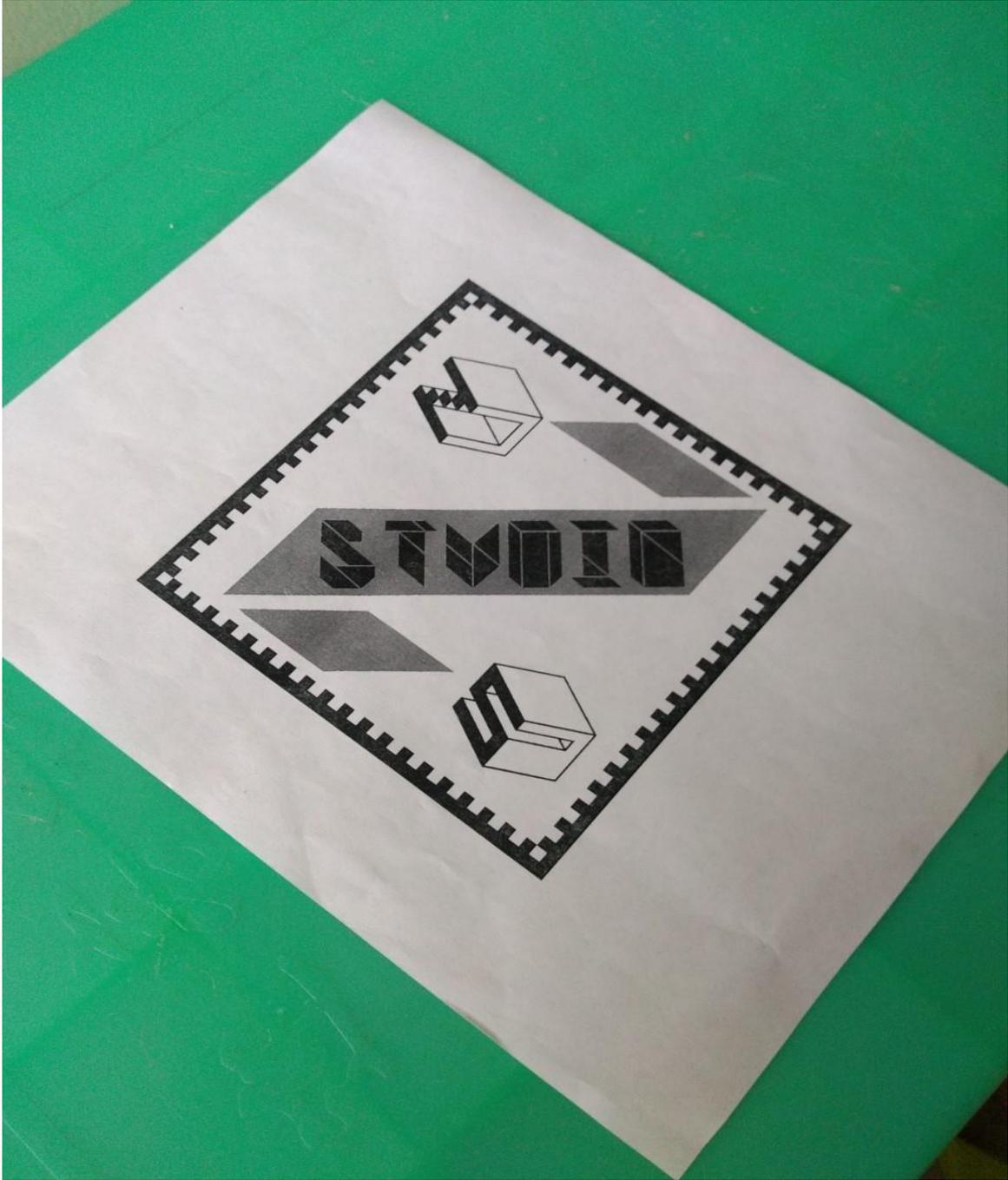
Fuente: autor.

Anexo M. Aplicación del pretest.



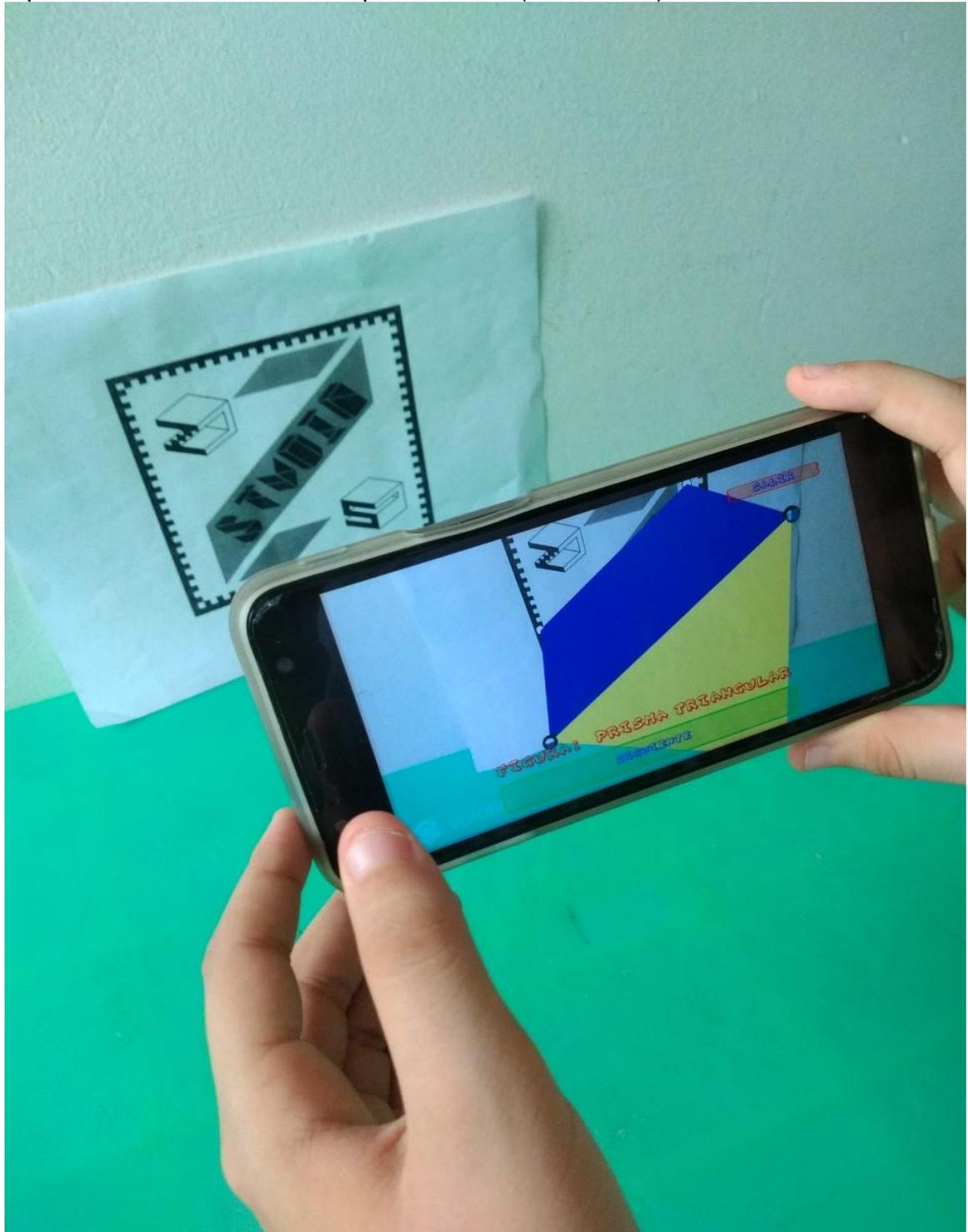
Fuente: autor.

Anexo N. Reconocimiento del marcador impreso Geometry AR.



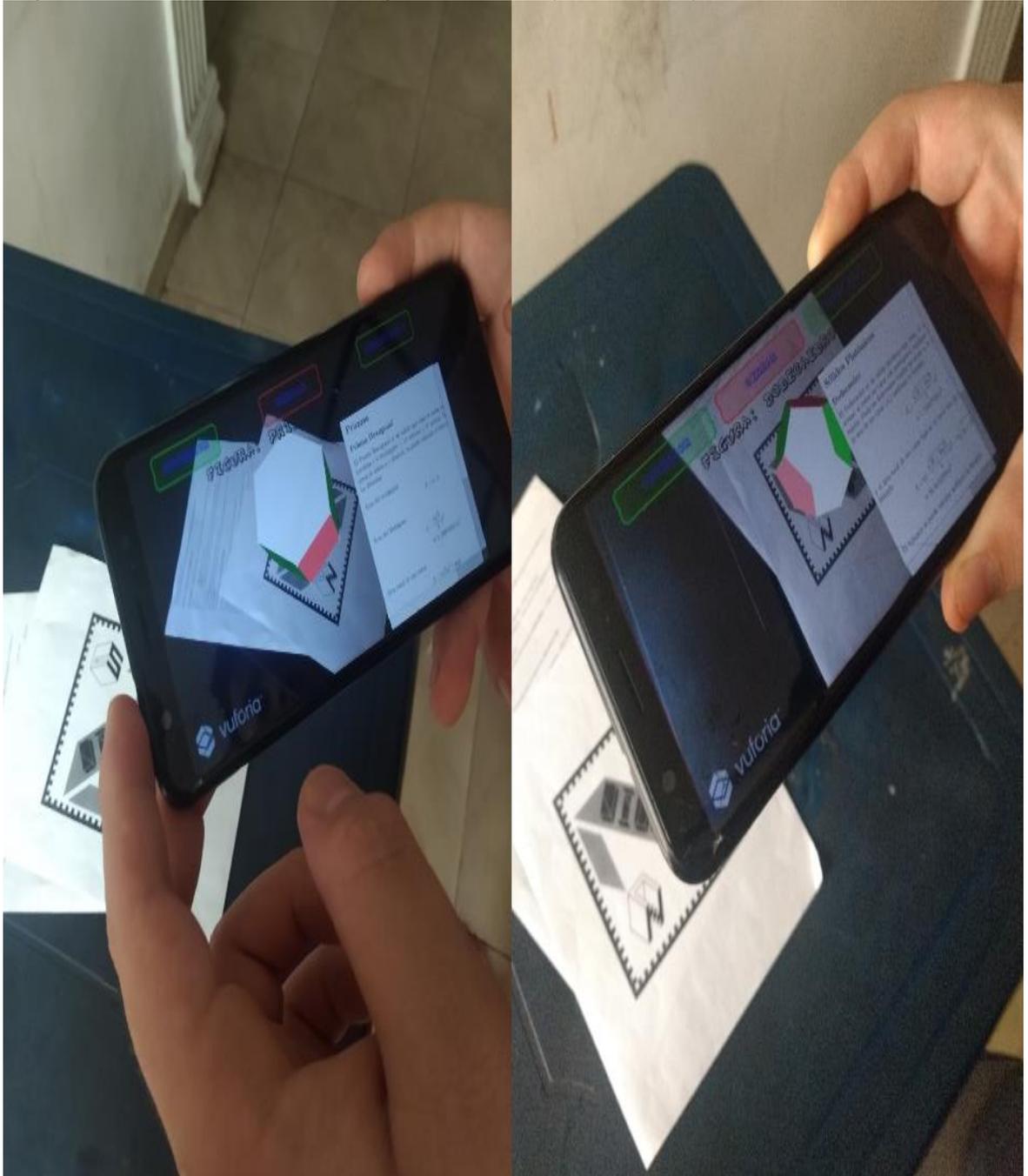
Fuente: autor.

Anexo N. Desarrollo de la secuencia didáctica mediada por RA. Sesión 1. Exploración del entorno de la aplicación RA (Actividad 1).



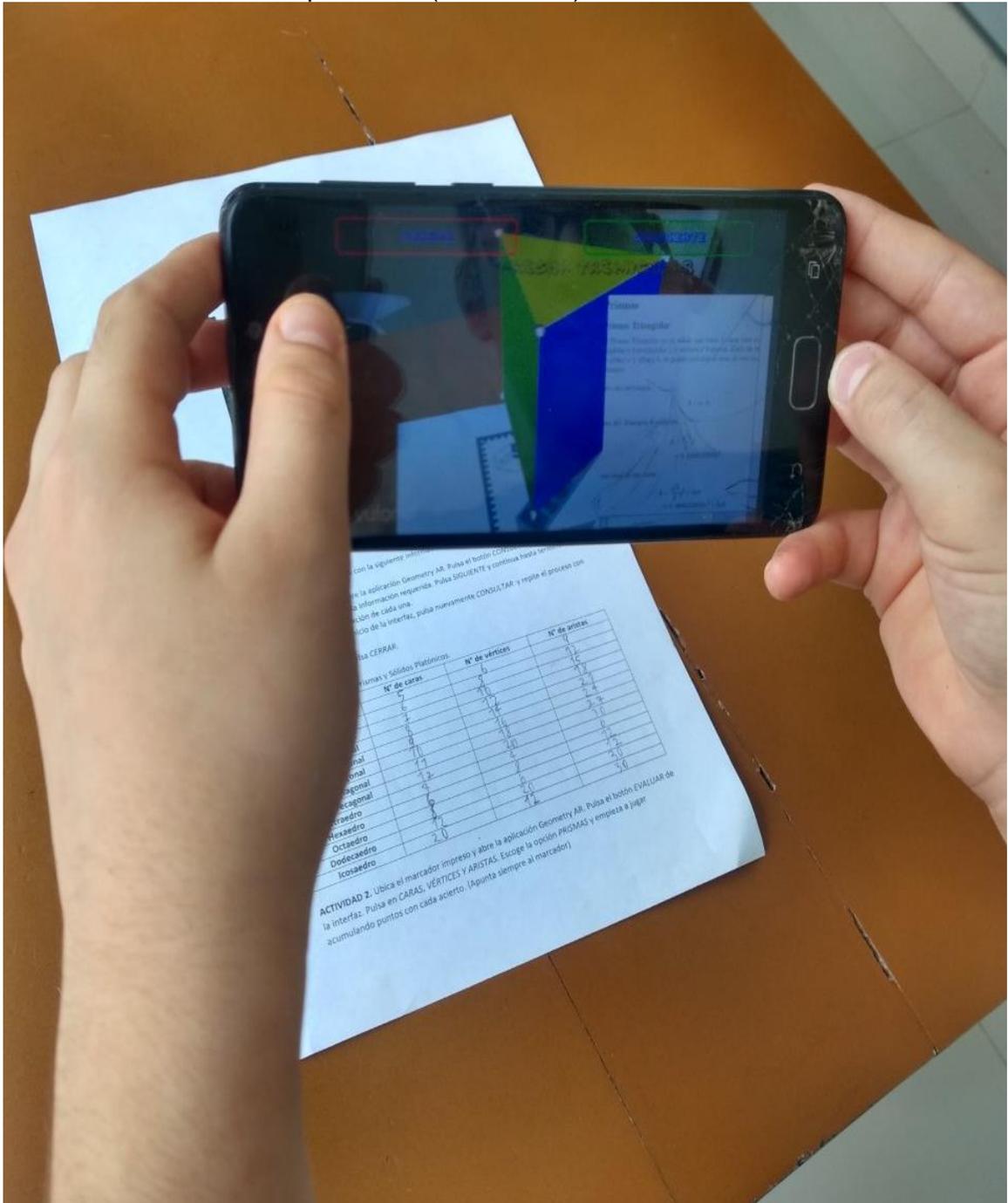
Fuente: autor.

Anexo P. Desarrollo de la secuencia didáctica mediada por RA. Sesión 1. Exploración del entorno de la aplicación RA (Actividad 2).



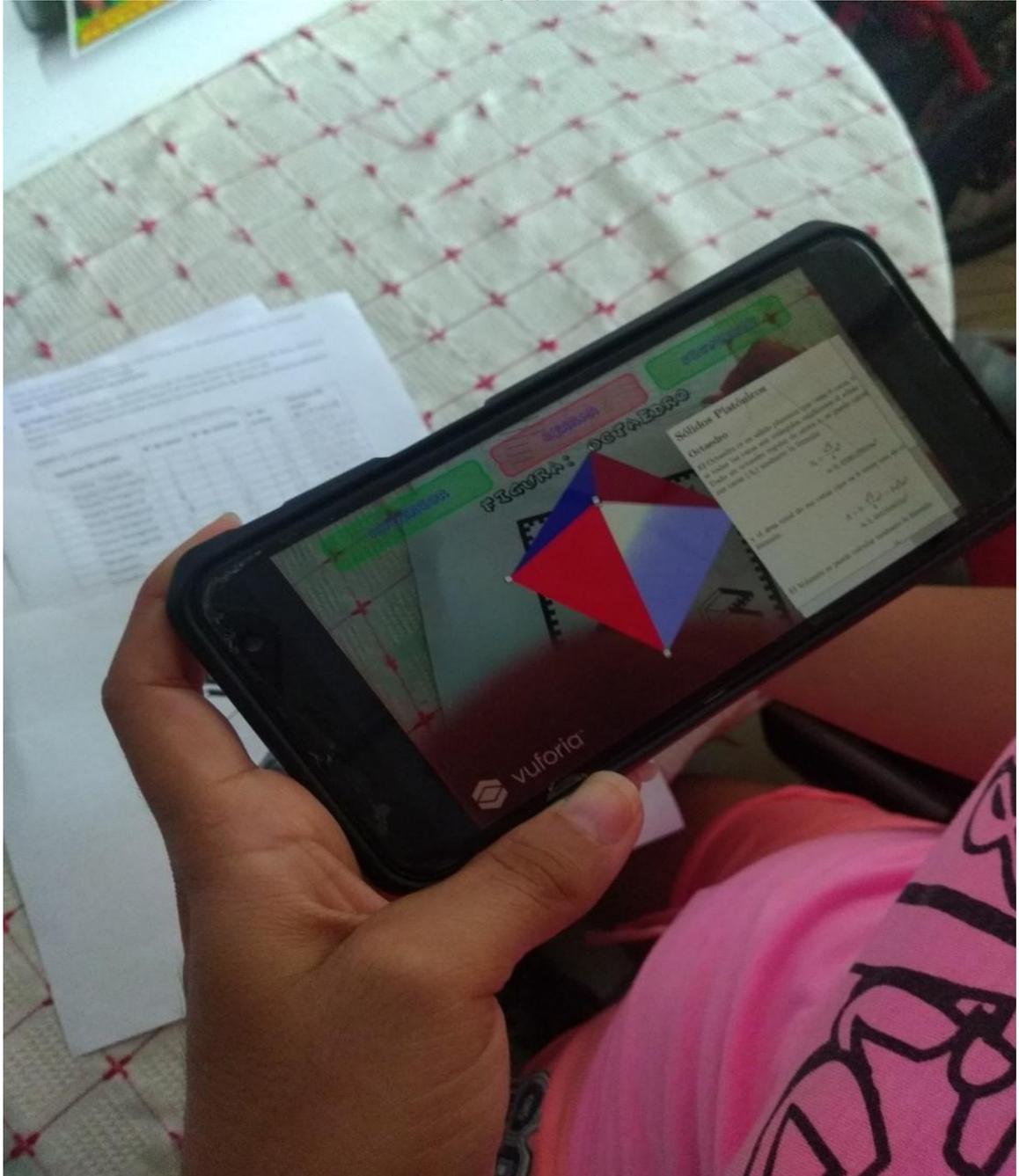
Fuente: autor.

Anexo Q. Desarrollo de la secuencia didáctica mediada por RA. Sesión 2. ¿Qué elementos conforman el poliedro? (Actividad 1).



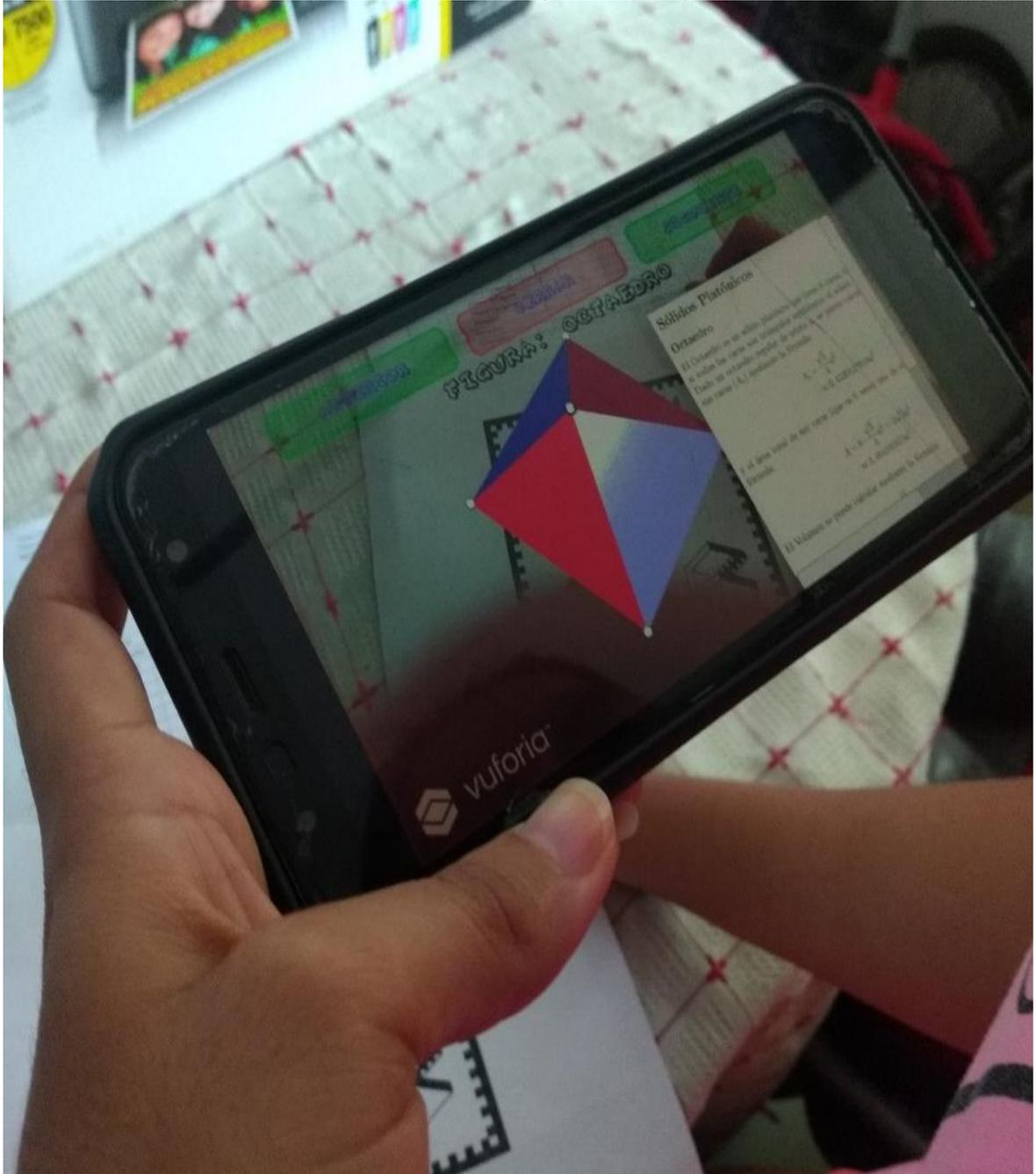
Fuente: autor.

Anexo S. Desarrollo de la secuencia didáctica mediada por RA. Sesión 3. ¿Cómo se clasifican los poliedros? (Actividad 1 y 2).



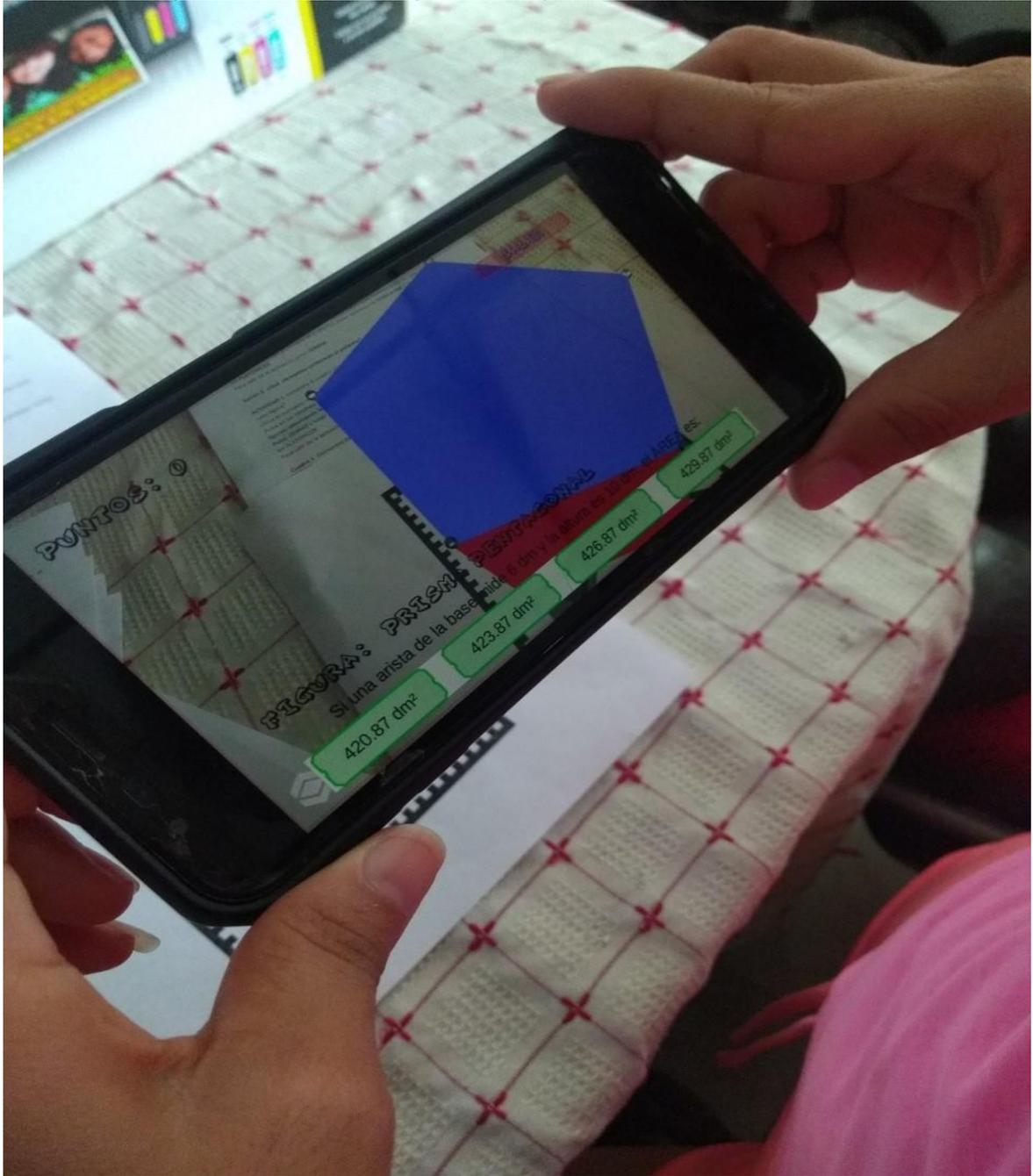
Fuente: autor.

Anexo T. Desarrollo de la secuencia didáctica mediada por RA. Sesión 4. ¿Cómo hallar el área y el volumen de un poliedro? (Actividad 1).



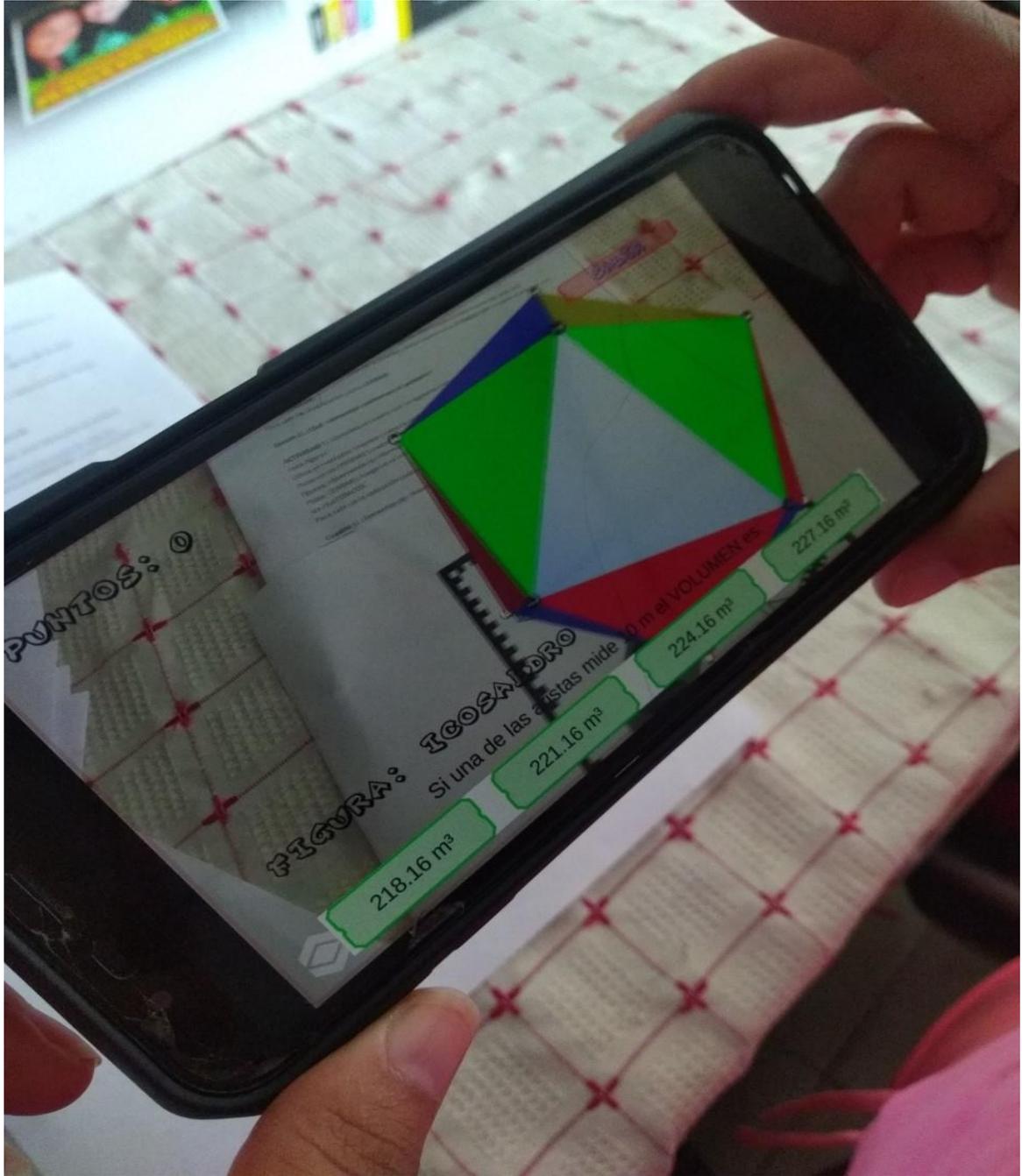
Fuente: autor.

Anexo U. Desarrollo de la secuencia didáctica mediada por RA. Sesión 4. ¿Cómo hallar el área y el volumen de un poliedro? (Actividad 2).



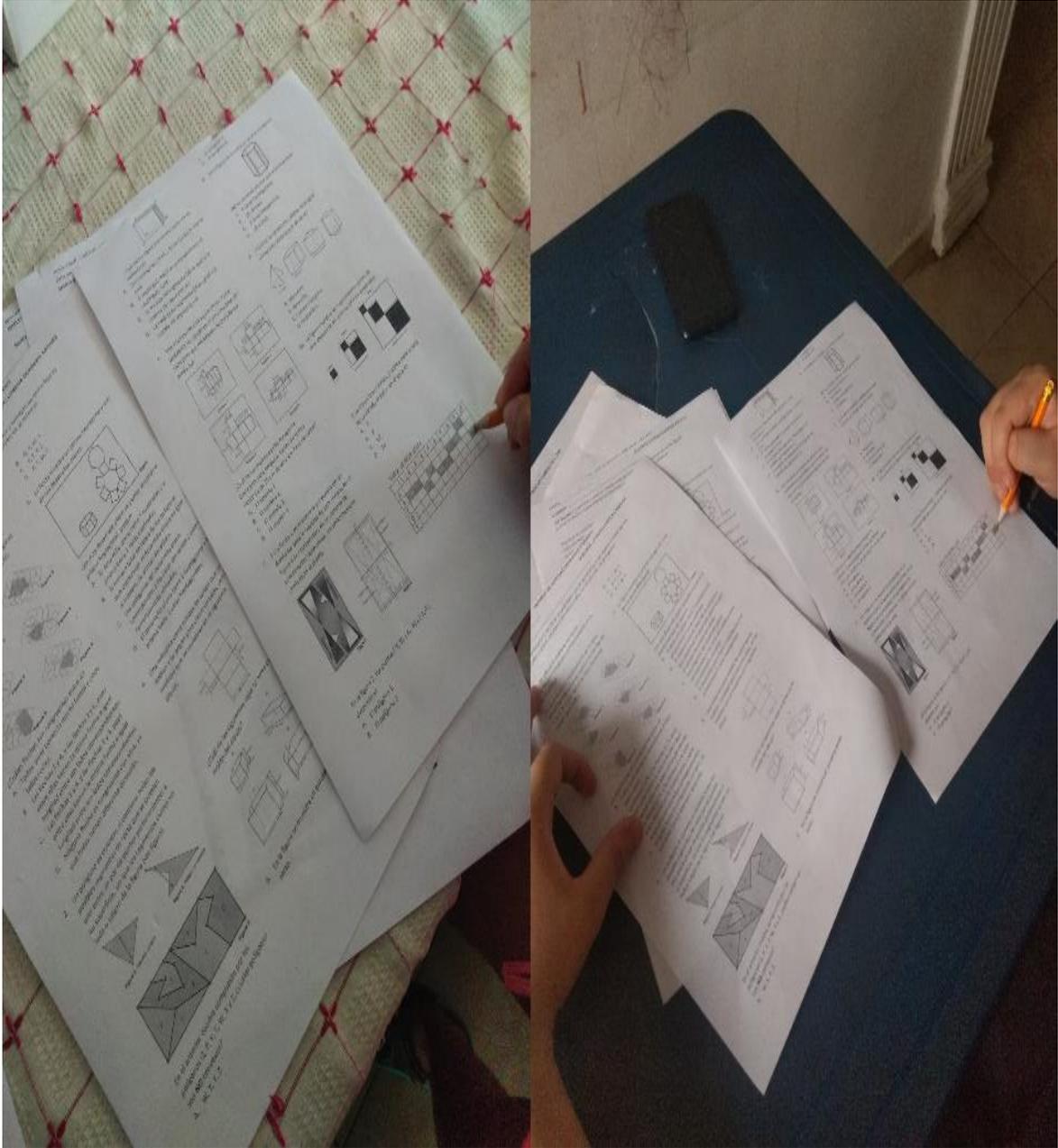
Fuente: autor.

Anexo V. Desarrollo de la secuencia didáctica mediada por RA. Sesión 4. ¿Cómo hallar el área y el volumen de un poliedro? (Actividad 3).



Fuente: autor.

Anexo W. Aplicación del postest.



Fuente: autor.

Anexo X. Consentimiento individual firmado por los padres de familia.

DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN PARA EL USO DE IMÁGENES Y FIJACIONES AUDIOVISUALES (VIDEOS) OTORGADO A LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RETIRO DE LOS INDIOS Y A LA UNIVERSIDAD DE SANTANDER

Institución Educativa: Retiro de los Indios
Código DANE: 223162000534 Municipio: Cereté
Docente directamente responsable del tratamiento de datos personales (Art. 3 ley 1581 de 2012):
Lorena María Cordero Arquez CC: 25203870

Los abajo firmantes, mayores de edad, madre, padre o representante legal del estudiante menor de edad relacionado(s) en la lista de abajo, por medio del presente documento otorgamos autorización expresa para el uso de la imagen del menor, bajo los parámetros permitidos por la Constitución, la Ley y la Jurisprudencia, en favor de la Institución Educativa Retiro de los Indios de la ciudad de Cereté y de la Universidad de Santander. La autorización se regirá en particular por las siguientes:

CLÁUSULAS

PRIMERA. Autorización y objeto. Mediante el presente instrumento autorizamos a la Institución Educativa Retiro de los Indios de la ciudad de Cereté (ubicada en el corregimiento Retiro de los Indios, calle del comercio, con correo ee_22316200053401@hotmail.com y teléfono 3107314731 y a la Universidad de Santander (ubicada en Campus Universitario Lagos del Cacique Calle 70 No 55-210 Bucaramanga, con correo mallin130@postman.evudes.edu.co y teléfono 01 8000 119 393), para que hagan uso y tratamiento de la imagen del menor abajo referido, para incluirla en fotografías, procedimientos análogos a la fotografía, así como en producciones audiovisuales (videos) exclusivamente relacionadas con actividades académicas y de investigación formalmente avaladas por estas instituciones.

SEGUNDA. Alcance de la Autorización. La presente autorización se otorga para que la imagen del menor pueda ser utilizada en formato o soporte material en ediciones impresas, y se extiende a la utilización en medio electrónico, óptico, magnético (intranet e internet), mensajes de datos o similares y en general para cualquier medio o soporte conocido o por conocer en el futuro. La publicación podrá efectuarse de manera directa o a través de un tercero que se le designe para tal fin.

TERCERA. Territorio y Exclusividad. La autorización aquí realizada se da sin limitación geográfica o territorial alguna. De igual forma la autorización de uso aquí establecida no implicará exclusividad por lo que se reserva el derecho de otorgar autorizaciones de uso similares y en los mismos términos en favor de terceros.

CUARTA. Divulgación de información. Hemos sido informados acerca de la grabación del video y/o registro fotográfico que utilizará el docente para efectos de la realización de su trabajo de investigación requerido para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.

Luego de haber sido informados sobre las condiciones de la participación de (nuestro) hijo(a) o representado(a) en la grabación y/o registro fotográfico y resuelto todas las inquietudes, hemos comprendido en su totalidad la información sobre esta actividad y entendemos que:

- La participación del menor en este video y/o registro fotográfico y los resultados obtenidos por el docente en la presentación y sustentación de su trabajo de grado, no tendrán repercusiones o consecuencias en sus actividades escolares, evaluaciones o calificaciones en el curso.
- La participación del menor en el video y/o registro fotográfico no generará ningún gasto, ni recibiremos remuneración alguna por su participación.

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo del estudiante	N° documento del padre, madre o representante	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
1162604512	Yaniel Pacheco L.	509167554	Keila López	X		Keila L.

Lugar y fecha: Cereté, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Yanilo Paternina P. CC/CE 1067941964

Firma: Yanilo Paternina P.

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: José Javier Ramos R. CC/CE 10934306

Firma: JOS JAVIER RAMOS R.

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magíster en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente el proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo del estudiante	N° documento del padre, madre o representante	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
1064983165	Bustamante Ricardo Delgado	30251073	Carlos Delgado	X		Carlos Delgado

Lugar y fecha: Cereté, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Carlos Paternina P. ; CC/CE: 1067941564

Firma: Carlos Paternina P.

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Juan Javier Ramos P. ; CC/CE: 10934306

Firma: JAVIER RAMOS PUELLO.

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo del coltudiante	N° documento del padre, madre o representante	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
1064978476	Jenny David Yancy Canadía	99115206	Perlym Carolina Pérez	X		Darlys Canadía

Lugar y fecha: Carstá, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Darlys Paternina P. CC/CE: 1067841564

Firma: Darlys paternina perez

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Juan Javier Ruman P. CC/CE: 10934306

Firma: Juan Javier Ruman P.

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo del estudiante	N° documento del padre, madre o representante	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
1064940209	Daniel E. Ventel Patermina	35116162	Leivy Patermina Ortega	X		Leivy Patermina

Lugar y fecha: Cereté, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Doris Patermina P. ; CC/CE: 1067941964

Firma: Doris Patermina P.

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Javier Ramo P. ; CC/CE: 10934306

Firma: Javier Ramo P.

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo del estudiante	N° documento del padre, madre o representante	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
1064994756	Valentina Barcenas Huelbo	39117318	Rosa Huelbo Armenta	X		Rosa Huelbo

Lugar y fecha: Cereté, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Doris Paternina P. CC/CE: 1067941564

Firma: Doris Paternina Pbcz

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Juan Javier Ramos P. CC/CE: 10934306

Firma: JUAN JAVIER RAMOS PELLO.

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo del estudiante	N° documento del padre, madre o representante	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
1219339049	Enrique Morales Puella	44006050	Enrique Puella Rojo	X		Enrique Puella

Lugar y fecha: Cereté, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Darwin Paternina P. CC/CE 1067941564

Firma: Darwin Paternina P.

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Luis Javier Ramos P. CC/CE 10934306

Firma: Luis Javier Ramos P.

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo del estudiante	N° documento del padre, madre o representante	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
1064934593	Amal David Mustia Páez	50996025	Aránida Aránida Ramírez	X		Aránida Páez

Lugar y fecha: Cereú, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Darlis Patermina P. CC/CE: 1067941964

Firma: Darlis Patermina Páez

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Luis Javier Ramos P. CC/CE: 10934306

Firma: Luis Javier Ramos Páez

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autorizemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo de estudiante	N° documento del padre, madre o representante	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
10647099704	Miguel Ángel Vallejo Mejía	90949017	Lourdes Bobadilla Mejía	X		Lourdes G

Lugar y fecha: Cerebé, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Darlis Paternina P. CC/CE: 1067941564

Firma: Darlis Paternina Pérez

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Luis Javier Ramos P. CC/CE: 10924306

Firma: Luis Javier Ramos Pello

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autoricamos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo del estudiante	N° documento del padre, madre o representante	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
106493306	Jordan Ramos P.	20970216	Yesenia Perea Salazar	X		Perea Perea

Lugar y fecha: Cereté, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Darlis Paternina P. CCICE: 1067841964

Firma: Darlis paternina Perea

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Lina Janel Ramos P. CCICE: 10934306

Firma: Lina Janel Ramos Perea

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° de carné del estudiante	Nombre completo del estudiante	N° documento del padre, madre o representante legal	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
1062606633	Gabriel A. Calvario Pacheco	50951219	Dominga Mariela	X		Dominga P.

Lugar y fecha: Cereté, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Doris Paternina P. CC/CE: 1067941564

Firma: Doris Paternina P.

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Luis Javier Ramojo P. CC/CE: 109311306

Firma: Luis Javier Ramojo P.

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar el título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente el proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo del estudiante	N° documento del padre, madre o representante	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
1064937596	Lina Jairo Hernández Suárez	30689456	Lina Suárez Mantela	X		Lina Suárez

Lugar y fecha: Cereté, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Doris Paternina P. CC/CE: 1067441964

Firma: Doris paternina perez

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: José Javier Ramojo P. CC/CE: 10934306

Firma: José Javier Ramojo P.

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo del estudiante	N° documento del padre, madre o representante	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
1064933993	Yenny Liliana Ortega Acosta	30629912	Viviana Acosta	X		VIVIANA GONZALEZ

Lugar y fecha: Cené, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Darlin Paternina P. CC/CE: 1067941964

Firma: Darlin Paternina Pérez

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Luis Javier Ramos P. CC/CE: 10934306

Firma: Luis Javier Ramos P.

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autorizemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magíster en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente el proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo del estudiante	N° documento del padre, madre o representante	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
10649941633	Jorge Luis Hendoza Viga	39115543	Beatriz Viga Abundia	X		Beatriz Viga

Lugar y fecha: Cereté, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Darwin Paternina P. CC/CE: 1067941564

Firma: Darwin Paternina Pérez

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Juan Javier Ramon P. CC/CE: 10934306

Firma: Juan Javier Ramon Puello

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo del estudiante	N° documento del padre, madre o representante	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
10626063790	Sanjairo de Jesús Cuello Rodríguez	30639902	Kelly Rodríguez M.	X		Kelly R.

Lugar y fecha: Cereté, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Darlis Paternina P.; CC/CE: 1067941564

Firma: Darlis paternina perez

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Luis Javier Ramon P.; CC/CE: 10934306

Firma: Luis Javier Ramon P.

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo del estudiante	N° documento del padre, madre o representante	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
1064987899	Miguel Ángel Hernández Rodríguez	79019790	Miguel Hernández M.	X		Miguel H.

Lugar y fecha: Carstá, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Darlis Paternina P. CCICE: 1067941564

Firma: Darlis paternina perez

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Juan Javier Ramos P. CCICE: 10934306

Firma: Juan Javier Ramos Puello.

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo del asistente	N° documento del padre, madre o representante	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
1043649119	Brandy Macbray Cabanero de P.	45567379	Rosalba Macbray Cabanero de P.	X		Rosalba M.

Lugar y fecha: Ceratá, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Darlis Paternina P. ; CC/CE 1067841964

Firma: Darlis Paternina Pdez

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Luis Javier Ramon P. ; CC/CE 10934306

Firma: Luis Javier Ramon Pello

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente el proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo del estudiante	N° documento del padre, madre o representante	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
1131975304	Enio Tayanca Hernández	39115349	Milena Lorena Caballero	X		Milena Gómez

Lugar y fecha: Cerebé, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Darvis Paternina Pérez CCCE: 1067941564

Firma: Darvis Paternina Pérez

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Luis Javier Ramojo P. CCCE: 10934306

Firma: Luis Javier Ramojo Puello

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autorizemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntario firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del ambiente	Nombre completo del ciudadano	N° documento del padre, madre o representante	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
1064992669	Kenny Andrés Cancón Viera	50967179	Niracelia Viera Covarrubias	X		Niracelia V

Lugar y fecha: Careté, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Doris Paternina P. CCCE: 1067441964

Firma: Doris paternina Pérez

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Luis Javier Ramos P. CCCE: 10934306

Firma: Luis Javier Ramos P.

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo del estudiante	N° documento del padre, madre o representante	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
1137975981	Kenny Alexander López Charney	50929936	Marysol Elizabeth Alvarado	X		Marysol Charney

Lugar y fecha: Cereté, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Doris Paternina P. CC/CE: 1067941564

Firma: Doris paternina perez

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Luis Javier Ramos P. CC/CE: 10934306

Firma: Luis Javier Ramos Puelo

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Continuación del anexo X.

- No habrá ninguna sanción para el menor en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia del desarrollo del trabajo de grado para optar al título de **Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación** en la Universidad de Santander.
- La Universidad de Santander y el docente investigador garantizarán la protección de las imágenes del menor y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente, durante y posteriormente al proceso de evaluación del docente como estudiante de la Maestría.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados y de forma consciente y voluntaria firmamos como prueba de que damos o no damos el consentimiento para la participación del menor en la grabación del video y/o registros fotográficos para efectos de realización del referido trabajo de grado.

En constancia, se adhieren los abajo firmantes:

N° documento del estudiante	Nombre completo del estudiante	N° documento del padre, madre o representante legal	Nombre del padre, madre o representante legal	Consentimiento		Firma
				Si	No	
1064994634	Zharick Bohorquez A.	30667493	Melvin C. Aguayo	X		Melvin Aguayo

Lugar y fecha: Cereté, junio 25 de 2020.

Testigo 1 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Darlis Paternino P. CC/CE 1067941964

Firma: Darlis Paternino P.

Testigo 2 (persona natural mayor de edad, diferente a los firmantes en el cuadro anterior y a los docentes en el rol de investigadores):

Nombre: Luis Javier Ramos P. CC/CE 10934306

Firma: Luis Javier Ramos P.

Fuente: documento de autorización para el uso de imágenes y fijaciones audiovisuales (videos) otorgado a la Institución Educativa Retiro de los Indios y a la Universidad de Santander.

Anexo Y. Datos y análisis estadísticos de la investigación.

Calificación 1. Pretest	Calificación 2. Posttest
2,5	3,0
2,5	3,5
3,0	3,5
3,0	3,5
3,0	3,5
3,0	4,0
3,5	4,0
3,5	4,0
3,5	4,0
3,5	4,0
3,5	4,0
4,0	4,5
4,0	4,5
4,0	4,5
4,0	4,5
4,5	4,5
4,5	5,0
4,5	5,0
5,0	5,0
5,0	5,0

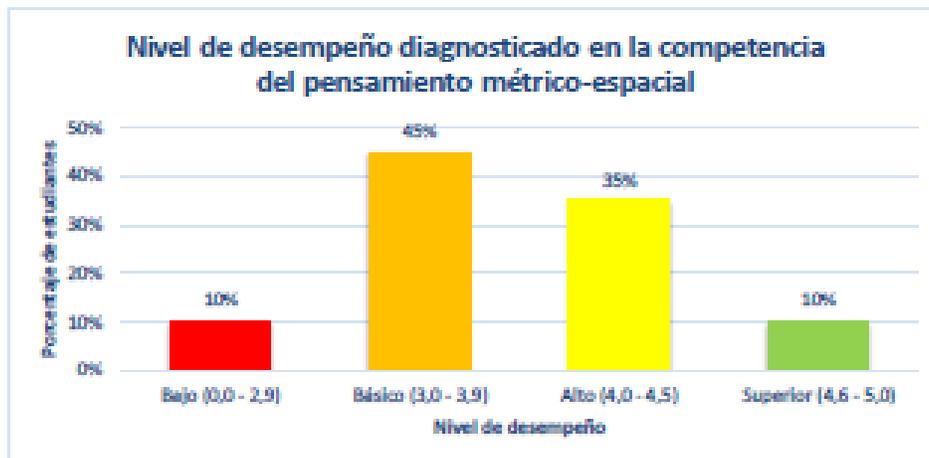
PARÁMETROS	PRETEST	POSTEST
Promedio:	3,7	4,175
Varianza:	0,563157895	0,349342105
Desviación estándar:	0,750438468	0,591051694
Curtosis:	-0,785593913	-0,786187159
Coeficiente de asimetría	0,161899119	-0,132229425

Fuente: autor en Software Microsoft Excel.

Continuación del anexo Y.

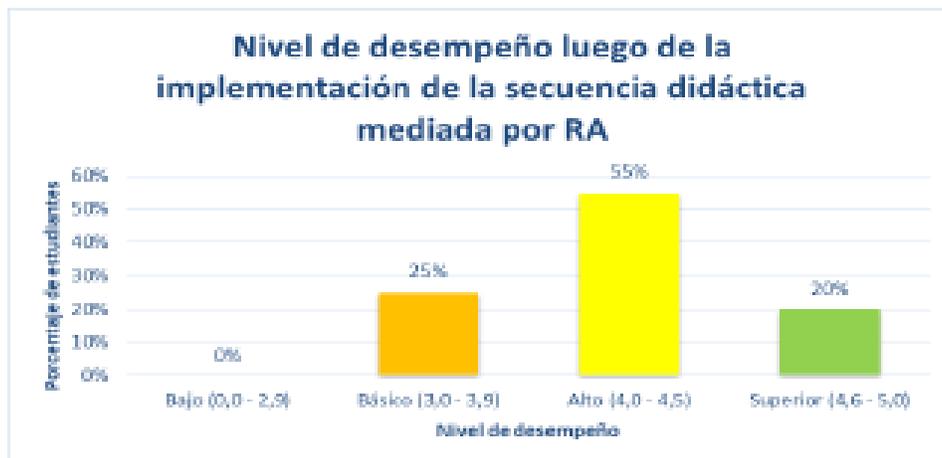
NIVEL DE DESEMPEÑO PRETEST

Bajo (0,0 - 2,9)	10%
Básico (3,0 - 3,9)	45%
Alto (4,0 - 4,5)	35%
Superior (4,6 - 5,0)	10%



NIVEL DE DESEMPEÑO POSTEST

Bajo (0,0 - 2,9)	0%
Básico (3,0 - 3,9)	25%
Alto (4,0 - 4,5)	55%
Superior (4,6 - 5,0)	20%

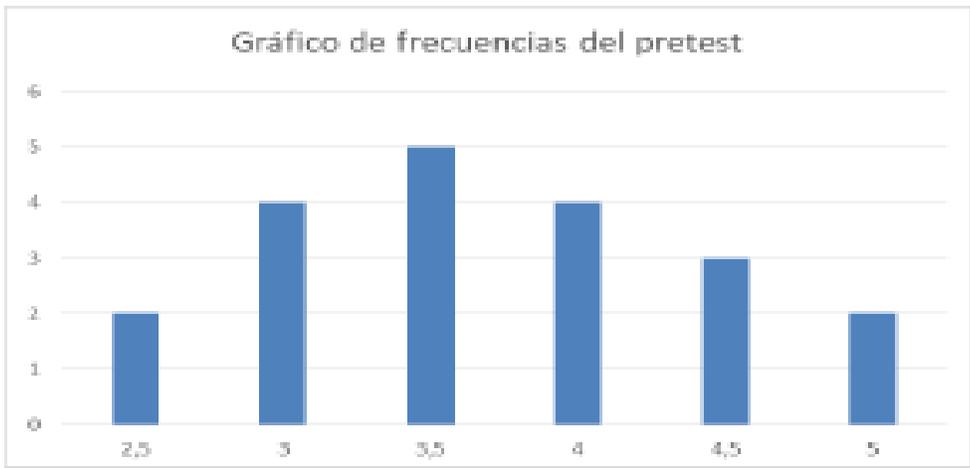


Fuente: autor en Software Microsoft Excel.

Continuación del anexo Y.

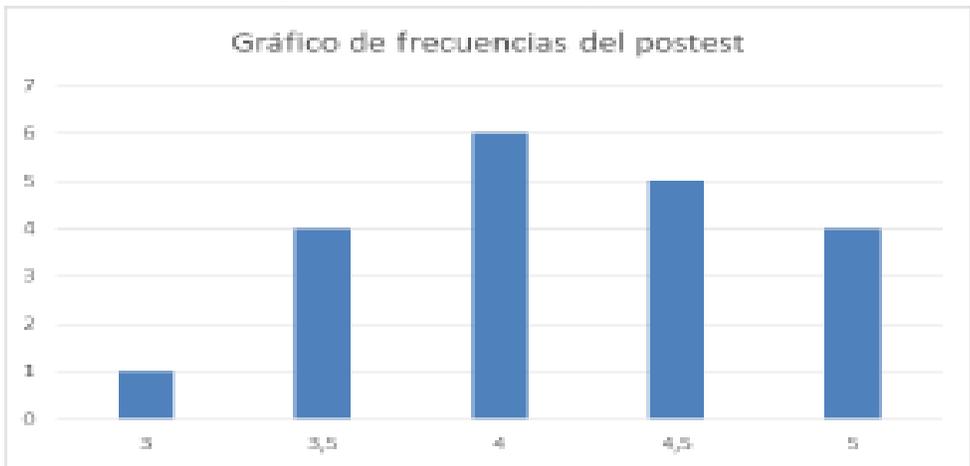
FRECUENCIAS PRETEST

Notas Pretest	frecuencia
2,5	2
3	4
3,5	5
4	4
4,5	3
5	2



FRECUENCIAS POSTEST

Notas Posttest	frecuencia
3	1
3,5	4
4	6
4,5	5
5	4



Fuente: autor en Software Microsoft Excel.

Continuación del anexo Y.

ANÁLISIS CUALITATIVO

Estilos de aprendizaje	Estudiantes	Porcentaje
Estilo Visual	13	65
Estilo Auditivo	4	20
Estilo Kinestésico	3	15



Fuente: autor en Software Microsoft Excel.

Continuación del anexo Y.

DATOS DE LA INVESTIGACIÓN

Calificación 1. Pretest	Calificación 2. Posttest
2,5	3,0
2,5	3,5
3,0	3,5
3,0	3,5
3,0	3,5
3,0	4,0
3,5	4,0
3,5	4,0
3,5	4,0
3,5	4,0
3,5	4,0
4,0	4,5
4,0	4,5
4,0	4,5
4,0	4,5
4,5	4,5
4,5	5,0
4,5	5,0
5,0	5,0
5,0	5,0

```
EXAMINE VARIABLES=RESULPRET RESULTPOST
  /PLOT BOXPLOT STEMLEAF HISTOGRAM NPLOT
  /COMPARE GROUPS
  /STATISTICS DESCRIPTIVES
  /CINTERVAL 95
  /MISSING LISTWISE
  /NOTOTAL.
```

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Nivel de desempeño Pretest	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
Nivel de desempeño Posttest	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%

Fuente: autor en Software IBM SPSS.

Continuación del anexo Y.

		Descriptivos		
		Estadístico	Error estándar	
Nivel de desempeño Pretest	Media	3,7000	,16780	
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior	3,3488	
		Limite superior	4,0512	
	Media recortada al 5%	3,6944		
	Mediana	3,5000		
	Varianza	,563		
	Desviación estándar	,75044		
	Mínimo	2,50		
	Máximo	5,00		
	Rango	2,50		
	Rango intercuartil	1,38		
	Asimetría	,162	,512	
	Curtosis	-,786	,992	
	Nivel de desempeño Postest	Media	4,1750	,13216
95% de intervalo de confianza para la media		Limite inferior	3,8984	
		Limite superior	4,4516	
Media recortada al 5%		4,1944		
Mediana		4,0000		
Varianza		,349		
Desviación estándar		,59105		
Mínimo		3,00		
Máximo		5,00		
Rango		2,00		
Rango intercuartil		,88		
Asimetría		-,132	,512	
Curtosis		-,786	,992	

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Nivel de desempeño Pretest	,155	20	,200 [*]	,944	20	,282
Nivel de desempeño Postest	,166	20	,148	,918	20	,090

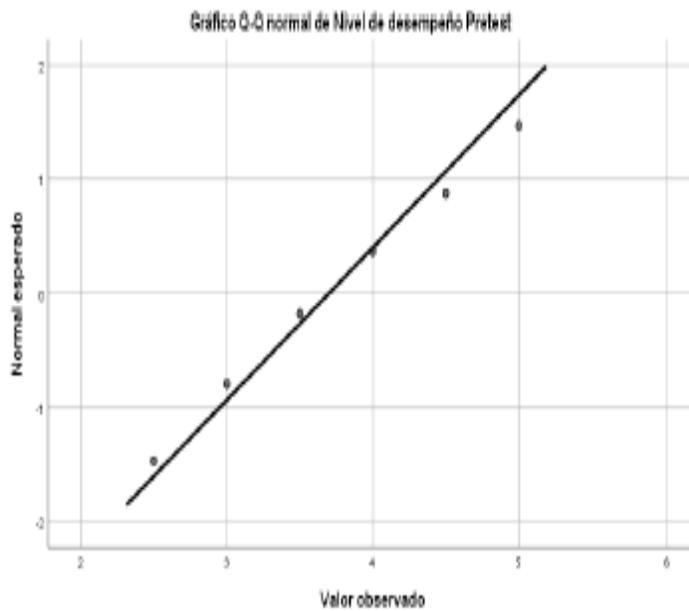
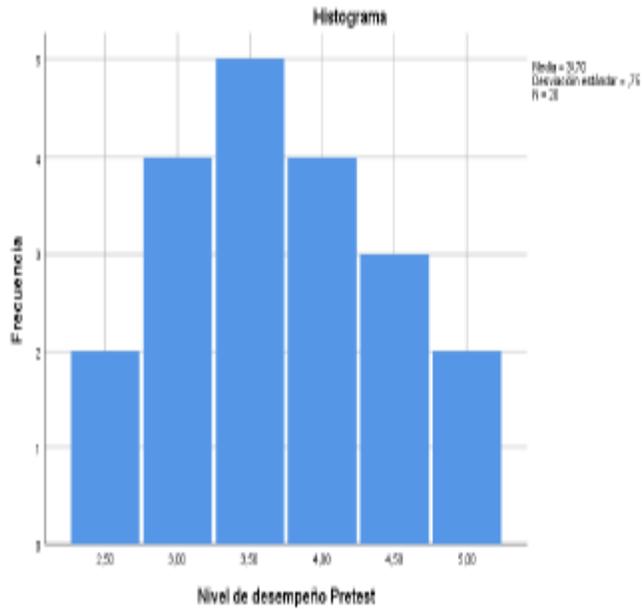
^{*}. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

^a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: autor en Software IBM SPSS.

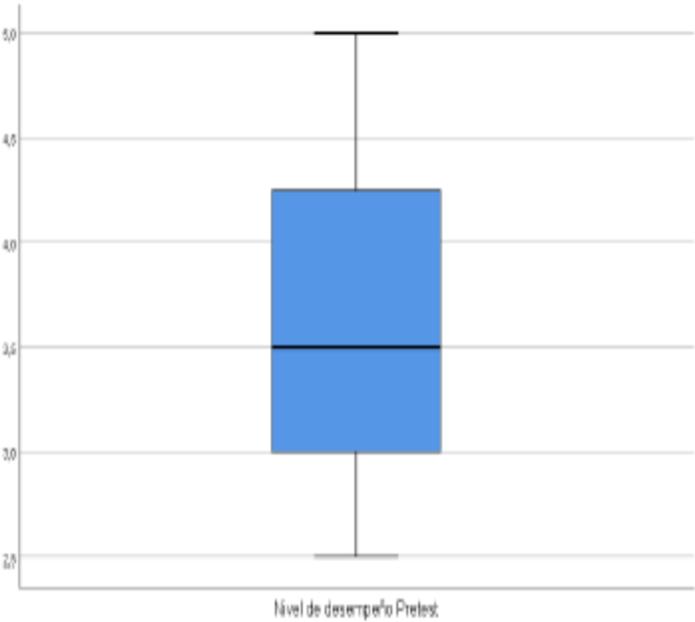
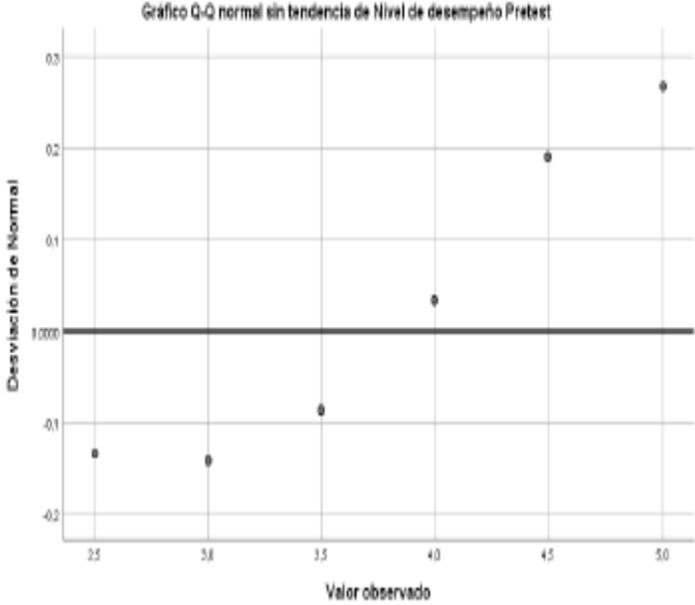
Continuación del anexo Y.

Ambos resultados del sig son mayores a 0,05, por lo tanto, se supone que los datos son normales tanto en el pretest como en el postest.



Fuente: autor en Software IBM SPSS.

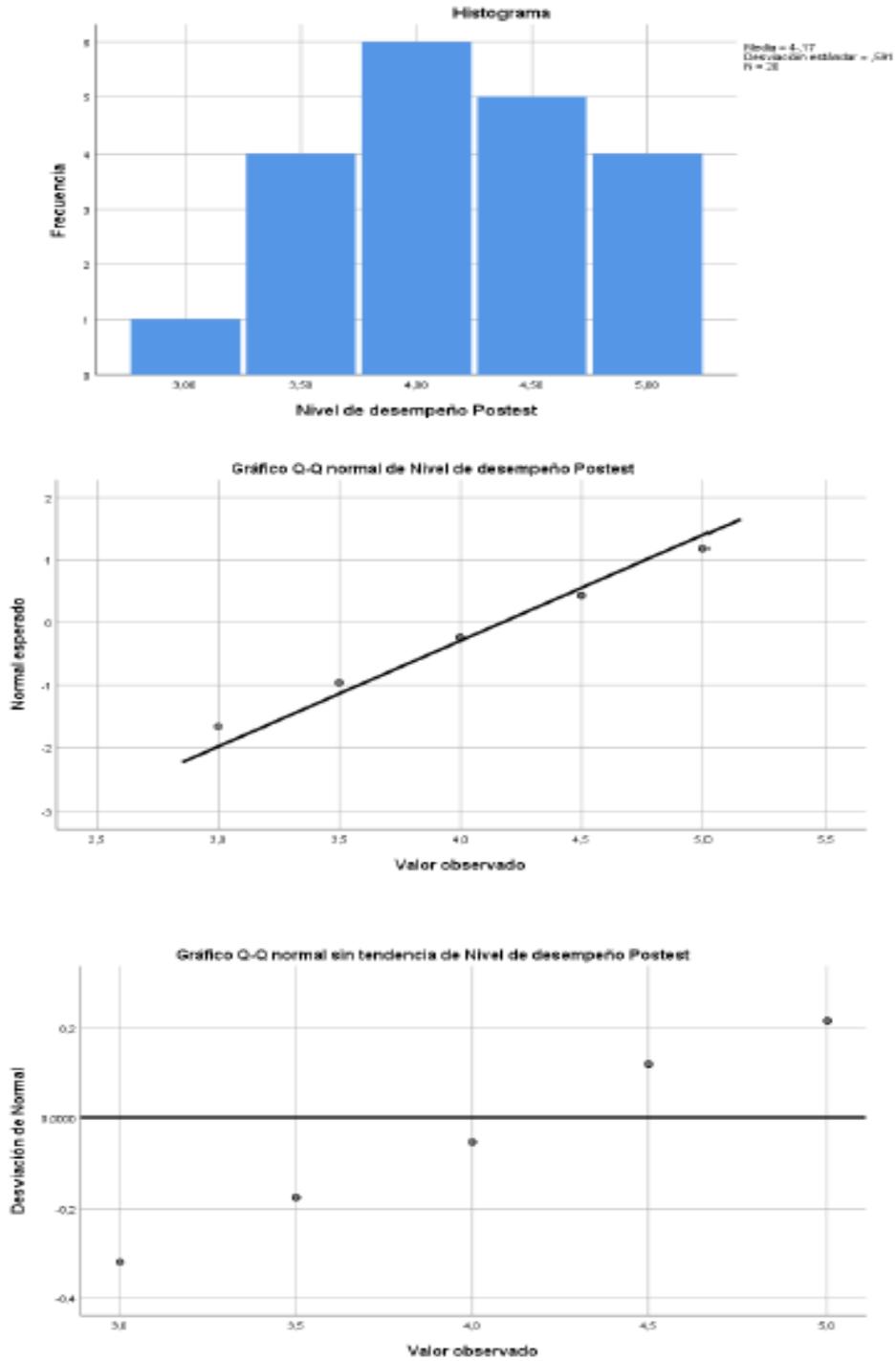
Continuación del anexo Y.



Fuente: autor en Software IBM SPSS.

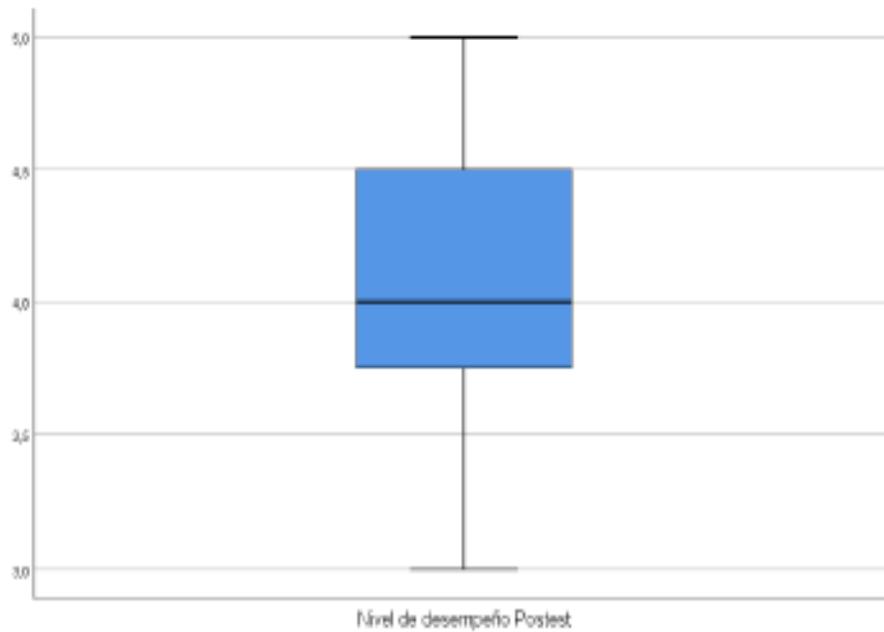
Continuación del anexo Y.

Nivel de desempeño Postest



Fuente: autor en Software IBM SPSS.

Continuación del anexo Y.



```
T-TEST PAIRS=RESULPRET WITH RESULTPOST (PAIRED)
/CRITERIA=CI (.9500)
/MISSING=ANALYSIS.
```

Prueba T

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Nivel de desempeño Pretest	3,7000	20	,75044	,16780
	Nivel de desempeño Posttest	4,1750	20	,59105	,13216

Correlaciones de muestras emparejadas

	N	Correlación	Sig.
--	---	-------------	------

Fuente: autor en Software IBM SPSS.

Continuación del anexo Y.

Par 1	Nivel de desempeño Pretest & Nivel de desempeño Posttest	20	,955	,000
-------	--	----	------	------

Prueba de muestras emparejadas

Par	Nivel de desempeño Pretest - Nivel de desempeño Posttest	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
1		- ,47500	,25521	,05707	-,59444	-,35556	-8,324	19	,000

```
EXAMINE VARIABLES=RESULPRET
/PLOT BOXPLOT STEMLEAF HISTOGRAM NPLOT
/COMPARE GROUPS
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/CINTERVAL 95
/MISSING LISTWISE
/NOTOTAL.
```

Descriptivos

		Estadístico	Error estándar	
Nivel de desempeño Pretest	Media	3,7000	,16780	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,3488	
		Límite superior	4,0512	
	Media recortada al 5%	3,6944		
	Mediana	3,5000		
	Varianza	,563		
	Desviación estándar	,75044		
	Mínimo	2,50		
	Máximo	5,00		
	Rango	2,50		
	Rango intercuartil	1,38		
	Asimetría	,162	,512	
	Curtosis	-,786	,992	

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Nivel de desempeño Pretest	,155	20	,200 [*]	,944	20	,282

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: autor en Software IBM SPSS.

Continuación del anexo Y.

Descriptivos

		Estadístico	Error estándar	
Nivel de desempeño Posttest	Media	4,1750	,13216	
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior	3,8984	
		Limite superior	4,4516	
	Media recortada al 5%	4,1944		
	Mediana	4,0000		
	Varianza	,349		
	Desviación estándar	,59105		
	Mínimo	3,00		
	Máximo	5,00		
	Rango	2,00		
	Rango Intercuartil	,88		
	Asimetría	-,132	,512	
Curtosis	-,786	,992		

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Nivel de desempeño Posttest	,166	20	,148	,918	20	,090

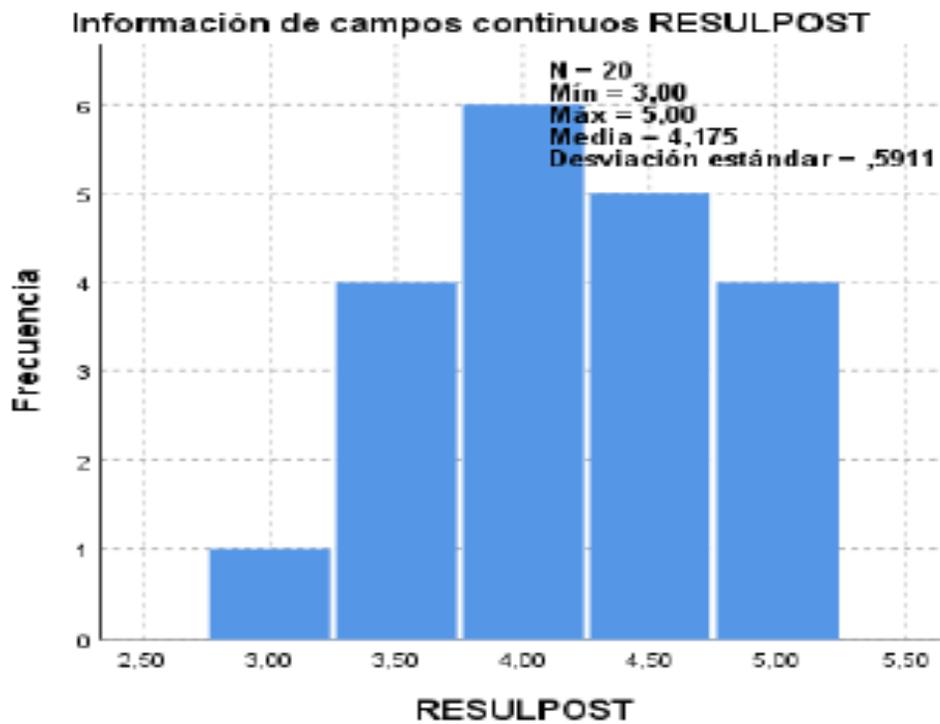
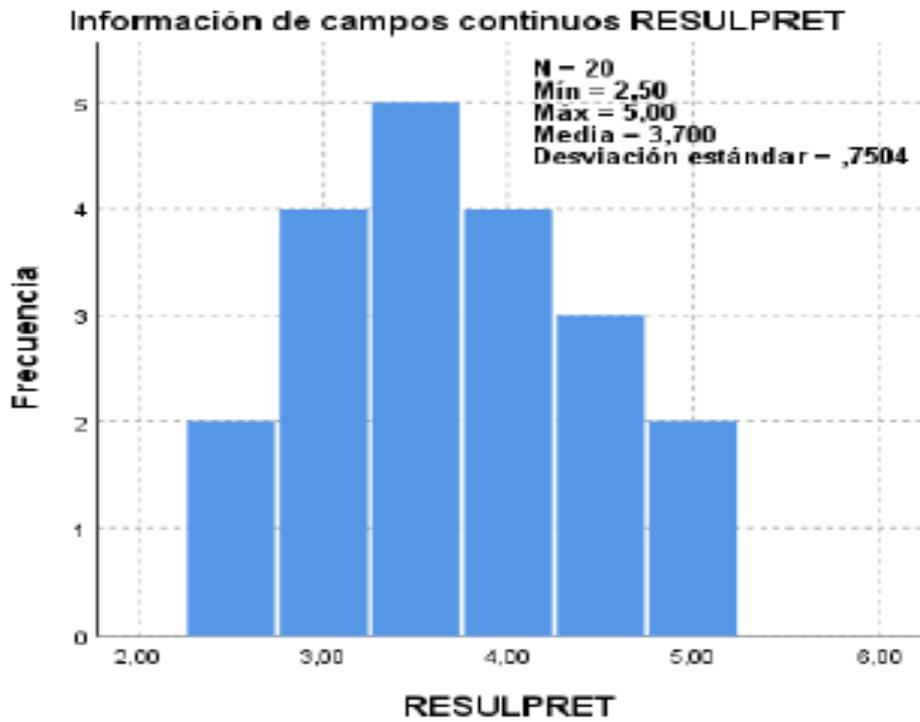
a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene			
			gl1	gl2	Sig.
RESULPRE	Se basa en la media	,754	3	15	,537
	Se basa en la mediana	,631	3	15	,606
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,631	3	11,678	,609
	Se basa en la media recortada	,754	3	15	,537

Fuente: autor en Software IBM SPSS.

Continuación anexo Y.



Fuente: autor en Software IBM SPSS.

Anexo Z. Link de aplicación de software utilizada (Geometry AR)

Bermúdez, M. (2017). Geometría - Realidad Aumentada. Disponible en Google play.
Recuperado de
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ZombieStudio.GeometryAR&hl=es_CO