

Metodología de aprendizaje adaptativo en el área de las matemáticas

Adaptive Learning Methodology in the area of mathematics

 **Breyner Alexander Parra Rojas**
breyner.parra@mail.udes.edu.co
Universidad de Santander, Colombia



Artículo de reflexión derivado de investigación

Recibido: 2022/08/29 Aprobado: 2023/07/26

eISSN: 2145-8537

<https://doi.org/10.18273/revdu.v24n2-2023003>

Resumen: el aprendizaje adaptativo es un concepto que realmente no es nuevo, pero que en el último tiempo ha tenido una gran relevancia, sobre todo, por el impulso que las herramientas tecnológicas actuales le han dado. Por otra parte, diversos autores concluyen que existe una dificultad en el aprendizaje de las matemáticas, y resaltan, a partir de los resultados, que es una asignatura difícil para la mayoría de los estudiantes. En Colombia, esta dificultad se demuestra en los resultados de las últimas pruebas Saber de grado quinto, donde se evidencia que el 93 % de los estudiantes están en un nivel entre insuficiente y mínimo en las competencias de Matemáticas. En consecuencia, utilizando una metodología de investigación cuantitativa, se analiza el rendimiento académico de 51 estudiantes objeto de estudio; asimismo, los resultados son analizados desde la correlación y regresión, los cuales entregaron como resultado que la implementación de una metodología de aprendizaje adaptativo mejora el rendimiento académico de los estudiantes en cuanto al pensamiento geométrico-métrico. Finalmente, se concluye que existe una relación causal entre la variable independiente y la dependiente, ya que en la medida en que más se use y se trabaje en la plataforma de aprendizaje adaptativo, los resultados académicos se ven afectados (aumentan).

Palabras clave: aprendizaje adaptativo; matemáticas; tecnología; educación; rendimiento académico.

Abstract: adaptive Learning is a concept that is not really new, but has recently become very relevant, especially due to the impulse that current technological tools have given it. Several authors have concluded that there is a difficulty in learning mathematics, highlighting that the results conclude that it is a difficult subject for most students. In Colombia, this difficulty is demonstrated in the results of the last fifth grade Saber Tests, where it is evident that 93% of the students are at a level between Insufficient and Minimal in Mathematics competencies. Consequently, using a quantitative research methodology, the academic performance of 51 students under study is analyzed; likewise, the results are analyzed from correlation and regression, which gave as a result that the implementation of an adaptive learning methodology improves the academic performance of students in terms of Geometric-Metric Thinking. Finally, to conclude that there is a causal relationship between the independent variable and the dependent variable, since the more the Adaptive Learning Platform is used and worked on, the more the academic results are affected (increase).

Keywords: adaptive learning; mathematics; technology; education; academic performance.

Forma de referenciar APA: Parra Rojas, B. A. (2023). Metodología de Aprendizaje Adaptativo en el área de las matemáticas. *Revista Docencia Universitaria*, 24(2), 31-57. <https://doi.org/10.18273/revdu.v24n2-2023003>

1. Introducción

El área de las matemáticas tradicionalmente pareciese tener un nivel de dificultad particular para todos los estudiantes, ya que como lo describen García *et al.* (2020), “las Matemáticas generalmente resultan una asignatura difícil para los estudiantes” (p. 2); no obstante, como igualmente relatan los autores mencionados, la sociedad actual demanda personas competentes en matemáticas, capaces de aprender durante toda su vida, así como con capacidad de adaptación a los múltiples y rápidos cambios a los que nos obliga la revolución tecnológica en la que estamos inmersos. En ese mismo sentido, se manifiestan Vesga y Losada (2018) al argumentar que las matemáticas cada vez tienen más importancia y relevancia para las actividades y retos del mundo actual.

En el contexto particular de Colombia, el Ministerio de Educación Nacional, por medio del Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes), realiza pruebas periódicas en los diferentes ciclos del sistema educativo y en diferentes áreas del conocimiento (incluidas las matemáticas), con el propósito de contribuir a mejorar la calidad de la educación en el país. En el caso de la educación básica, la prueba Saber se aplica a los grados tercero, quinto y noveno para evaluar el desarrollo de las competencias de los estudiantes y brindar información sobre los factores que inciden en los resultados académicos. En ese sentido, se observa que los resultados para el año 2017 en el área de las matemáticas de los estudiantes de grados tercero, quinto y noveno fueron considerablemente menores a los presentado en 2016.

Precisa el informe que, en grado tercero, el puntaje promedio obtenido en 2017 cayó 2 % en comparación con el resultado del año 2016; en el grado quinto (objeto de estudio), el puntaje promedio disminuyó considerablemente entre 2016 y 2017 (aproximadamente 7 puntos porcentuales), y en el grado noveno, el puntaje promedio obtenido en 2017 fue considerablemente menor al presentado en 2016, lo cual evidencia una problemática que cada vez pareciese acentuarse. Así mismo, en la institución educativa objeto de estudio, los resultados de las pruebas Saber no son los mejores; de hecho, los resultados para el grado quinto del año 2017 demuestran que solo el 1 % de los alumnos estaba en nivel avanzado.

Por lo anterior, se podría inferir que existe una dificultad en la forma como se adquiere el conocimiento, y que está afectando el rendimiento académico de los estudiantes; además, quizás esta problemática podría estar asociada con la forma como se vienen realizando las clases de dicha asignatura, en la cual el docente dicta una clase general para todos sin disgregar el nivel de sus alumnos, lo cual podría estancar a los estudiantes más avanzados y rezagar cada vez más a aquellos estudiantes que han tenido dificultades previas.

Igualmente, como lo manifiestan Martínez y Ramos (2016) “es crucial que se implementen metodologías nuevas y creativas” (p. 20). En este sentido, la pregunta de investigación propuesta está orientada a determinar si existe una correlación entre una metodología de aprendizaje adaptativo y el rendimiento académico, en cuanto al pensamiento geométrico-métrico, para los estudiantes de grado quinto.

2. Metodología

La investigación está enmarcada en un diseño metodológico cuantitativo con un enfoque de tipo explicativo, teniendo en cuenta, como lo refieren Hernández *et al.* (2014), que los estudios de tipo explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos. Además, y citando al mismo autor, el interés por esta metodología está centrado en el poder explicar “por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables”. Igualmente, se plantea un diseño de tipo cuasiexperimental, debido a que se hará

una manipulación intencional de la variable independiente, para analizar las consecuencias sobre la variable dependiente dentro del contexto controlado de la institución educativa. En ese contexto, lo primero que se realiza es la manipulación de la variable independiente (el aprendizaje adaptativo), la cual consiste en la realización e implementación de diversas secuencias didácticas, adaptadas particularmente para cada estudiante (o grupo de estudiantes), utilizando una plataforma web creada (www.aprendizajeadaptativo.com.co), de modo que sean trabajadas por los estudiantes. Lo anterior se considera como la causa y condición que provoca un cambio en el rendimiento académico de los estudiantes de grado quinto en el área de matemáticas (variable dependiente).

Igualmente, al existir una posible relación causal entre la variable independiente y la dependiente, se infiere que en la medida en que se presenten y se trabajen más estrategias didácticas, adaptadas a cada estudiante, apoyadas en las TIC, los resultados académicos aumentarán. Así mismo, la variable dependiente será medida por medio de un instrumento de recolección de información (test para evaluar el rendimiento académico), con el objetivo de medir el efecto que produce la variable independiente en esta.

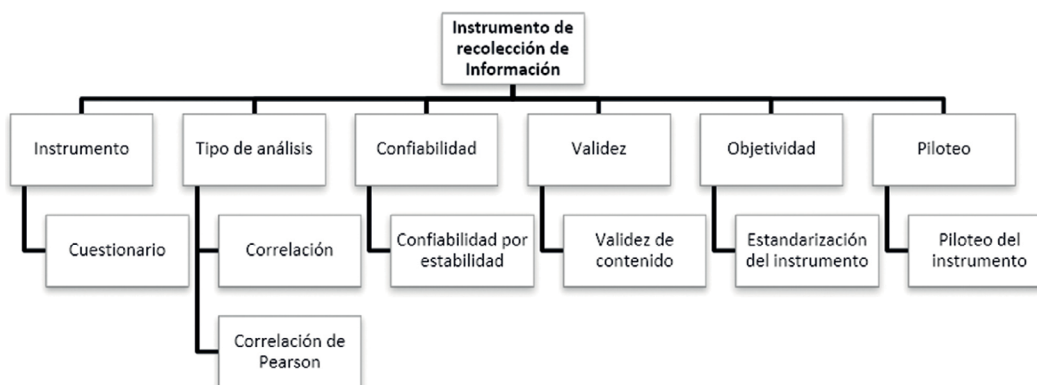
Finalmente, se realizará una división de la muestra, de modo que uno de los dos grupos se exponga a la presencia de la variable independiente (el aprendizaje adaptativo) y el otro no, para posteriormente poder concluir si las diferencias en los resultados académicos de los estudiantes entre los grupos se deben a la presencia de la variable independiente.

En cuanto a la población objeto de estudio, esta se define como el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones, por tal motivo, y teniendo en cuenta que esta investigación está orientada a los estudiantes de grado quinto de una institución educativa, se tomará como población a todos los estudiantes de dicho grado (51), ya que concuerdan todos con las especificaciones propuestas. Asimismo, hay que manifestar que los estudiantes objeto de estudio viven entre la zona urbana y rural, en un contexto sociocultural de estratos 1 y 2, sector considerado muy vulnerable. En el entorno se observa violencia, pobreza y la mayoría de las familias son disfuncionales, en donde las madres son cabeza de hogar; las familias son numerosas, hay carencia de afecto y la población es flotante. La mayoría de los padres de familia no han completado la educación básica y algunos son analfabetos. Esta situación hace que algunos estudiantes tengan que desertar del proceso educativo a temprana edad para trabajar y solucionar en parte las dificultades económicas familiares, o se vean presionados a desplazarse a otra ciudad. En la población estudiantil predominan los afrocolombianos y mestizos entre los 8 y los 15 años, y hay una mezcla entre niños y niñas.

En cuanto al instrumento de recolección de información, para el caso particular de las investigaciones de datos cuantitativos, se dispone de diversos tipos de instrumentos para medir las variables de interés, y en algunos casos llegan a combinarse varias técnicas de recolección de los datos. Para la creación del instrumento se utilizó el esquema de la figura 1.

Figura 1

Esquema de creación del instrumento de recolección de información



Los instrumentos de recolección de información son de tipo cuestionario, con preguntas cerradas, y se realizaron en línea dentro de la plataforma diseñada para esta investigación (www.aprendizajeadaptativo.com.co). Dicho instrumento fue aplicado a la muestra escogida de los estudiantes de grado quinto de primaria, y está concebido para validar el siguiente aspecto fundamental:

- **Conocimientos básicos en pensamiento geométrico-métrico:** este grupo de preguntas es una evaluación de selección múltiple acerca del conocimiento en matemáticas de los estudiantes, pero particularmente en pensamiento geométrico-métrico; se tomaron como base los DBA (derechos básicos de aprendizaje) del Ministerio de Educación. Este grupo de preguntas se efectúan de forma aleatoria de un banco de preguntas que se encuentra en la plataforma creada (www.aprendizajeadaptativo.com.co).

2.1 Validez del instrumento

Para realizar la validez del instrumento de recolección de información se tomó el juicio de expertos, ya que como lo describen Hernández *et al.* (2014), la validación del juicio de expertos hace referencia al grado en que un instrumento mide la variable de interés, de acuerdo con personas idóneas. Igualmente, hay que describir que el método utilizado de validación de expertos es el método de agregados individuales, dado que es una metodología factible de aplicar, eficiente y que evita sesgos por contacto entre expertos; así mismo, se describe que el método utilizado se adaptó del propuesto por la Dirección de Investigación de la Universidad Adventista de Chile, el cual está conformado por cuatro formatos:

Formato 1 - Cuestionario de valoración

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
Las opciones de respuesta son adecuadas						
Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación						
Implementar una metodología de aprendizaje adaptativo en el área de las matemáticas en cuanto al pensamiento geométrico-métrico para estudiantes de grado quinto						
Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO n.º 1 de la investigación						
Crear una página web (www.aprendizajeadaptativo.com.co) en la cual se integren las mallas de aprendizaje del área de matemáticas del grado quinto, en cuanto al pensamiento geométrico-métrico, descritos por el Ministerio de Educación Nacional.						

Formato 2 - Valoración del Cuestionario

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las opciones que se presentan:

	sí	no
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para que los encuestados puedan responderlo adecuadamente		
El número de preguntas del cuestionario es excesivo		
Las preguntas constituyen un riesgo para el encuestado (en el supuesto de contestar SÍ, por favor, indique inmediatamente abajo cuáles)		

Preguntas que el experto considera que pudieran ser un riesgo para el encuestado:	
N.º de la(s) pregunta(s)	
Motivos por los que se considera que pudiera ser un riesgo	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

	Evaluación general del cuestionario			
	Excelente	Buena	Regular	Deficiente
Validez de contenido del cuestionario				

Observaciones y recomendaciones en general del cuestionario:	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Formato 3 - Identificación del experto

Nombre y apellidos	
Filiación (ocupación, grado académico y lugar de trabajo)	
e-mail	
Teléfono o celular	
Fecha de la validación (día, mes y año)	
Firma	

Formato 4 - Validación de expertos

Número de expertos: 5

1. La puntuación va de 1 a 6 («muy en desacuerdo» a «muy de acuerdo»), se asigna el promedio de adecuación y el promedio de pertinencia de cada pregunta del cuestionario.
2. Si el promedio de puntuaciones de los expertos es 4 o más, tanto en adecuación como en pertinencia, entonces la pregunta se considera validada.

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS									VALIDACIÓN pregunta (SÍ/NO)
n.º	Evaluación	1	2	3	4	5	6	7	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
1	Adecuación										
	Pertinencia										
2	Adecuación										
	Pertinencia										
3	Adecuación										
	Pertinencia										
4	Adecuación										
	Pertinencia										
5	Adecuación										
	Pertinencia										
6	Adecuación										
	Pertinencia										
7	Adecuación										
	Pertinencia										
8	Adecuación										
	Pertinencia										
9	Adecuación										
	Pertinencia										
10	Adecuación										
	Pertinencia										

Por otra parte, en cuanto a la *validación interna*, como lo mencionan Hernández *et al.* (2014), para lograr un control y una validez del experimento, se debe tener al menos dos grupos de comparación y lograr una equivalencia entre grupos en todo, excepto en la manipulación de la variable independiente. Por lo anterior, el diseño seleccionado (con grupo experimental y grupo de control) elimina el impacto de una invalidación interna, debido a que, como manifiestan los autores, la inestabilidad no afecta los resultados porque los componentes del experimento son los mismos para ambos grupos; tampoco la instrumentación debido a que es la misma preprueba y posprueba (evaluación) para todos, ni la regresión estadística, porque si un grupo experimental está regresando a su estado normal, el grupo de control también lo hará. La selección tampoco es problema, ya que se realizará una distribución de forma aleatoria, por lo cual, si hay sujetos atípicos en un grupo, en los demás habrá igualmente posibilidad de sujetos atípicos. Todo se compensa.

Al final, las diferencias que puedan existir entre los resultados de ambos grupos quedarán reducidas a la manipulación e implementación del aprendizaje adaptativo (variable independiente) y no a otras fuentes, debido a que la administración y aplicación de las evaluaciones está controlada, ya que, si la preprueba afecta los resultados de la posprueba, lo hará de manera similar en ambos grupos (experimental y control).

La *validez de contenido*, como lo define Hernández et al. (2014) “se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide” (p. 201), en ese sentido, y entendiendo que la validez de contenido debe basarse en que el instrumento represente la variable medida, se presenta un cuestionario basado totalmente en los DBA del grado quinto en cuanto al pensamiento geométrico-métrico, los cuales son los el DBA 4, DBA 5, DBA 6 y DBA 7.

Finalmente, la *validez externa* está demarcada en la capacidad de los resultados del experimento para ser extrapolados a otras poblaciones. Por lo cual, y como mencionan Hernández et al. (2014), “si hacemos un experimento con métodos de aprendizaje y los resultados se pueden generalizar a la enseñanza cotidiana en las escuelas de educación elemental (primaria) del país, el experimento tendrá validez externa” (p. 148); teniendo en cuenta lo anterior, la investigación tendrá una validez externa, toda vez que, a futuro, podría este aprendizaje adaptativo ser implementado en otras instituciones educativas del país, las cuales permitirían mejorar no solo la motivación de sus estudiantes y sus resultados académicos en el área de las matemáticas, sino, además, posibilitar una mejora en los resultados de las pruebas Saber.

2.2 Confiabilidad

Como lo describen Hernández et al. (2014), existen diversos procedimientos para calcular la confiabilidad de un instrumento de medición, basados en procedimientos y fórmulas que producen coeficientes de fiabilidad, los cuales oscilan entre cero y uno, donde un coeficiente de cero significa nula confiabilidad y uno representa un máximo de confiabilidad.

2.2.1 Confiabilidad por estabilidad (pretest y posttest)

Detallan igualmente Hernández et al. (2014) que en este tipo de procedimiento, para medir la estabilidad, se utiliza un mismo instrumento de medición y se aplica dos o más veces a un mismo grupo de personas o casos, después de cierto periodo. Si la correlación entre los resultados de las diferentes aplicaciones es muy positiva, el instrumento se considera confiable.

En ese orden de ideas, se realizará un experimento con preprueba, posprueba y grupo de control, donde se aplicará a ambos grupos simultáneamente una preprueba, la cual consistirá en una evaluación que permite conocer el nivel actual de conocimiento de los estudiantes en el área de las matemáticas en cuanto al pensamiento geométrico-métrico, lo cual se considerará como una prueba diagnóstica. Posteriormente, y solo con el grupo experimental, se llevarán a cabo (por medio virtual), diversas secuencias didácticas, adaptadas a cada uno de ellos, apoyadas en las TIC. Mientras esto sucede, el grupo de control recibirá sus clases de la manera tradicional. Finalmente, y también de forma simultánea, se aplicará a ambos grupos otra evaluación para conocer los resultados a manera de posprueba.

Esta metodología (preprueba y posprueba) permite realizar una comparación de resultados entre el diagnóstico inicial y el final, una vez aplicada la variable independiente en el grupo experimental. Así mismo, el tener un grupo de control, que no se vea afectado con la variable independiente, permitirá corroborar o desvirtuar, si existe correlación entre las variables dependiente e independiente planteadas en la hipótesis.

2.3 Objetividad

La objetividad de un instrumento está enfocada en procurar estandarizar dicho instrumento como su respectiva aplicación, para de esta manera procurar reducir al máximo los sesgos que se puedan presentar. En ese orden de ideas, la objetividad del instrumento está determinada en que es una plataforma tecnológica (www.apredizajeadaptativo.com.co), la cual aleatoriamente presentará las preguntas de los DBA a los estudiantes; igualmente, dicha plataforma es la encargada de validar las respuestas (acertadas o incorrectas) de los estudiantes, para de esta forma hacer el instrumento más objetivo y estandarizado.

2.4 Procedimiento

A continuación, se detallan las actividades por realizar para obtener el logro de los objetivos y la validación de la hipótesis planteada, en coherencia con el método seleccionado. Se presenta la información en fases de trabajo que agrupan actividades y tareas por realizar para el desarrollo de la investigación. Todas las actividades van directamente relacionadas con los objetivos; es decir, las actividades descritas en el procedimiento están orientadas a dar cumplimiento a cada uno de los objetivos contemplados. Así mismo, cada una de las actividades presentadas en este punto coincide con las presentadas en el cronograma de la tabla I.

Tabla I

Procedimiento de la Investigación

Procedimiento de la investigación		
Fase	Actividades	Tareas
1	Documentación y definición del proyecto	- Solicitar permisos ante la institución educativa - Definir el alcance del proyecto - Realizar la contextualización de la investigación desde la perspectiva teórica (estado del arte)
2	Socialización del proyecto	- Socializar la metodología y el alcance de la investigación con el rector, coordinador y docentes del área de las matemáticas de la Institución Educativa Teresa Calderón de Lasso - Socialización y toma de consentimiento de los padres de familia de niños inmersos en la Investigación
3	Caracterización de la población	- Identificación de la situación y diagnóstico realizado a la población que interviene en la investigación teniendo en cuenta características como ubicación geográfica, género, edad, grado de escolaridad
4	Creación de la página web	- Adquisición del dominio aprendizajeadaptativo.co por medio del operador Mi.com - Contratación del <i>hosting</i> para el alojamiento de la página - Diseño de la página web y la base de datos donde estarán los diferentes aprendizajes
5	Integración de las mallas de aprendizaje	- Disgregar los componentes de las mallas de aprendizaje de matemáticas - Cargar a la base de datos los elementos de las mallas de aprendizaje

6	Diseño de los aprendizajes adaptativos	- Modelar las actividades personalizadas - Crear las interfaces de usuario de las actividades - Estructurar el algoritmo para que entregue contenido personalizado a los estudiantes
7	División de la muestra	- Realizar la división equitativa y aleatoria de la muestra - Crear los grupos experimental y control - Distribuir a los estudiantes en dichos grupos
8	Aplicación del pretest	- Creación del pretest - Aplicación del pretest a los estudiantes, lo cual se considerará como una prueba diagnóstica
9	Análisis de los resultados	- Consolidar los resultados de la prueba diagnóstica (pretest) - Analizar los resultados obtenidos y describir el nivel de conocimiento de los estudiantes en cuanto a pensamiento geométrico-métrico
10	Análítica diagnóstica	- Procesar matemáticamente los datos obtenidos - Generar un modelo que permita determinar no solo los hechos que ocurrieron (con relación a los resultados), sino que además presente un diagnóstico del porque se presentaron dichos resultados
11	Distribución de actividades personalizadas	- Con base en los resultados de la prueba diagnóstica, probar el algoritmo de aprendizaje adaptativo - Analizar si el contenido personalizado entregado es coherente teniendo en cuenta las falencias particulares de cada estudiante
12	Realización del aprendizaje adaptativo	- Solo con el grupo experimental, llevar a cabo diversas secuencias didácticas, adaptadas a cada uno de ellos teniendo en cuenta los resultados obtenidos
13	Aplicación de posttest	- Creación del posttest - Aplicación del posttest a los estudiantes, lo cual se considerará como una prueba final
14	Análisis de los resultados	- Consolidar los resultados de la prueba final (posttest) - Analizar los resultados obtenidos y describir el nivel de conocimiento de los estudiantes en cuanto a pensamiento geométrico-métrico teniendo en cuenta las secuencias didácticas personalizadas recibidas
15	Comparación de resultados	- Consolidar los datos obtenidos en las pruebas pretest y posttest - Analizar y comparar los resultados obtenidos para establecer si existe una relación causal entre la variable independiente (aprendizaje adaptativo) y la dependiente (rendimiento académico)
16	Conclusiones	- Detallar las conclusiones pertinentes de los aprendizajes obtenidos, teniendo en cuenta la dinámica de la investigación. - Describir los resultados a luz de los referentes teóricos y los antecedentes seleccionados en la investigación - Determinar y describir si la hipótesis planteada ha sido corroborada con la investigación.

Nota. Elaboración propia.

2.4.1 Propuesta pedagógica

La propuesta pedagógica implementada está orientada a especificar la conformación del ambiente de aprendizaje propuesto, apoyado en los elementos teóricos que dieron forma a la propuesta pedagógica. Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se presenta el esquema pedagógico implementado en la primera semana (en total son tres semanas con una duración de 45 horas).

SECUENCIA DIDÁCTICA			
ÁREA	MATEMÁTICAS		
GRADO	5.º		
Detalle de la secuencia: Esta secuencia inicia cuando los estudiantes de grado quinto se encuentran en el tercer periodo de su proceso académico, e inicia posterior a la prueba diagnóstica.		Trabajo con docente	5 horas
Duración: La secuencia tiene una duración de 10 horas distribuidas de la siguiente forma: trabajo virtual con el docente, una hora diaria por cinco días, por una semana; trabajo autónomo, una hora diaria por cinco días, por una semana.			
Trabajo autónomo 5 horas			
Total trabajo 10 horas			
COMPETENCIA	ESTÁNDAR	INDICADORES DE DESEMPEÑO	

Espacial métrico comunicación Establecer relaciones entre los atributos mensurables de un objeto o evento y sus respectivas magnitudes. Razonamiento Comparar y clasificar objetos tridimensionales o figuras bidimensionales de acuerdo con sus componentes y propiedades. Resolución Resolver problemas utilizando diferentes procedimientos de cálculo para hallar medidas de superficies y volúmenes.	Pensamiento espacial y sistemas geométricos Identifico, represento y utilizo ángulos en giros, aberturas, inclinaciones, figuras, puntas y esquinas en situaciones estáticas y dinámicas. Conjeturo y verifico los resultados de aplicar transformaciones a figuras en el plano para construir diseños. Pensamiento métrico y sistemas de medidas Selecciono unidades, tanto convencionales como estandarizadas, apropiadas para diferenciar mediciones.	Calcula las medidas de los lados de una figura a partir de su área. Dibuja figuras planas cuando se dan las medidas de los lados. Propone estrategias para la solución de problemas relativos a la medida de la superficie de figuras planas. Reconoce que figuras con áreas diferentes pueden tener el mismo perímetro.
COMPETENCIAS CIUDADANAS:	Reconozco el valor de las normas y los acuerdos para la convivencia en la familia, en el medio escolar y en otras situaciones.	
COMPETENCIAS TIC:	Reconozco y menciono productos tecnológicos que contribuyen a la solución de problemas de la vida cotidiana. Utiliza la Plataforma www.aprendizajeadaptativo.com.co	

Derechos básicos de aprendizaje a trabajar

DBA 4:

Justifica relaciones entre superficie y volumen, respecto a dimensiones de figuras y sólidos, y elige las unidades apropiadas según el tipo de medición (directa e indirecta), los instrumentos y los procedimientos.

DBA 5:

Explica las relaciones entre el perímetro y el área de diferentes figuras (variaciones en el perímetro no implican variaciones en el área y viceversa) a partir de mediciones, superposición de figuras, cálculo, entre otras.

DBA 6:

Identifica y describe propiedades que caracterizan un cuerpo en términos de la bidimensionalidad y la tridimensionalidad, y resuelve problemas en relación con la composición y descomposición de las formas.

DBA 7:

Resuelve y propone situaciones en las que es necesario describir y localizar la posición y la trayectoria de un objeto con referencia al plano cartesiano.

Actividad diagnóstica

La actividad diagnóstica es una herramienta pedagógica de gran apoyo al docente para determinar el nivel de aprendizaje en que se encuentran los estudiantes para poder reflexionar y tomar decisiones a partir de sus resultados, estrategias de enseñanza y aprendizajes de los niños y niñas del grado quinto.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario conocer los saberes previos de los estudiantes para identificar los errores y dificultades que presenten los niños en su proceso de aprendizaje.

Las pruebas diagnósticas se realizan por medio de la plataforma www.aprendizajeadaptativo.com.co, la cual entrega el resultado y entrega un contenido personalizado para cada estudiante para mejorar sus saberes.

Objetivo de aprendizaje I

Justificar las relaciones entre superficie y volumen, respecto a dimensiones de figuras y sólidos, y elegir las unidades apropiadas según el tipo de medición (directa e indirecta), los instrumentos y los procedimientos.

Evidencias de aprendizaje I

Determina las medidas reales de una figura a partir de un registro gráfico (un plano).

Mide superficies y longitudes utilizando diferentes estrategias (composición, recubrimiento, bordeado, cálculo).

Construye y descompone figuras planas y sólidos a partir de medidas establecidas.

Realiza estimaciones y mediciones con unidades apropiadas según sea longitud, área o volumen.

Objetivo de aprendizaje 2 Explicar las relaciones entre el perímetro y el área de diferentes figuras (variaciones en el perímetro no implican variaciones en el área y viceversa) a partir de mediciones, superposición de figuras, cálculo, entre otras.	
Evidencias de aprendizaje 2 Compara diferentes figuras a partir de las medidas de sus lados. Calcula las medidas de los lados de una figura a partir de su área. Dibuja figuras planas cuando se dan las medidas de los lados. Propone estrategias para la solución de problemas relativos a la medida de la superficie de figuras planas. Reconoce que figuras con áreas diferentes pueden tener el mismo perímetro. Mide superficies y longitudes utilizando diferentes estrategias (composición, recubrimiento, bordeado, cálculo).	
Compromiso entre docente y estudiantes (virtualidad)	El docente desarrollará acompañamiento a los estudiantes, una hora diaria, en la cual hará compañía y supervisión al contenido que ha sido entregado a cada estudiante para resolver cualquier inquietud particular que pueda tener.
Actividades para estudiantes con necesidades especiales de aprendizaje	El estudiante debe cumplir con las actividades curriculares y extracurriculares, participación en clase, puntualidad, asistencia, disciplina, respeto y demás normas establecidas como acuerdos en el aula. Igualmente, debe trabajar de forma autónoma dos horas diarias en el contenido personalizado entregado por la plataforma.

2.5 Diseño del método

Teniendo en cuenta que un experimento consiste en realizar una acción y analizar las consecuencias, se plantea un diseño de tipo cuasiexperimental, debido a que se hará una manipulación intencional de la variable independiente, para analizar las consecuencias sobre la variable dependiente dentro del contexto controlado de la institución educativa. En ese contexto, lo primero que se realiza es la manipulación de la variable independiente (el aprendizaje adaptativo), la cual consiste en la realización e implementación de diversas secuencias didácticas, adaptadas particularmente para cada estudiante (o grupo de estudiantes), utilizando una plataforma web, de modo que sean trabajadas por los estudiantes. Lo anterior se considera como la causa y condición que provoca un cambio en el rendimiento académico de los estudiantes de grado quinto en el área de matemáticas (variable dependiente).

Igualmente, al existir una posible relación causal entre la variable independiente y la dependiente, se infiere que en la medida en que se presenten y se trabajen más estrategias didácticas, adaptadas a cada estudiante, apoyadas en las TIC, los resultados académicos aumentarán. Así mismo, la

variable dependiente será medida por medio de diversos instrumentos de recolección de información (test para evaluar el rendimiento académico), para así medir el efecto que produce la variable independiente en esta.

Finalmente, se realizará una división equitativa de la muestra, de modo que uno de los dos grupos se exponga a la presencia de la variable independiente (el aprendizaje adaptativo) y el otro no, para posteriormente poder concluir si las diferencias en los resultados académicos de los estudiantes entre los grupos se deban a la presencia de la variable independiente.

2.6 Momento de estudio

Tal como lo expresan Hernández *et al.* (2014), los diseños de investigación transeccional o transversal tienen por objetivo recolectar datos en un solo momento, en un tiempo único, y su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. En este sentido, esta investigación tendrá un momento de estudio transversal, toda vez que se utilizarán diversos instrumentos de recolección de datos (test para evaluar el rendimiento académico) en un solo momento particular de tiempo, con el propósito de describir y analizar la variable independiente (el aprendizaje adaptativo) y el rendimiento académico de los estudiantes de grado quinto en el área de matemáticas (variable dependiente).

Así mismo, detallan los mismos autores que los diseños transeccionales correlacionales-causales describen relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado, ya sea en términos correlacionales o en función de la relación causa-efecto. Igualmente, en los diseños experimentales y cuasiexperimentales se provoca intencionalmente al menos una causa y se analizan sus efectos o consecuencias. Por lo anterior, la investigación tendrá un diseño transeccional correlacional en la medida en que se provocará intencionalmente la variable independiente (el aprendizaje adaptativo) y las estrategias didácticas, adaptadas a cada estudiante, apoyadas en las TIC, y se analizarán las consecuencias o los efectos en la variable dependiente (rendimiento académico).

2.7 Alcance del estudio

Teniendo en cuenta lo descrito por Hernández *et al.* (2014) sobre el alcance y los tipos de investigación, los estudios de alcance correlacional tienen como propósito conocer la relación o el grado de asociación que existe entre dos o más variables en un contexto particular. Asimismo, se miden cada una de estas (presuntamente relacionadas), se cuantifican y se analiza su vinculación. Igualmente, la utilidad de los estudios correlacionales consiste en saber cómo se puede comportar una variable, al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas. En otras palabras, se intenta predecir el valor aproximado de una variable, a partir del valor que poseen las variables relacionadas.

En ese sentido, esta investigación estará basada en un estudio de alcance correlacional, teniendo en cuenta que se pretende conocer la relación de dos variables: el rendimiento académico de los estudiantes de grado quinto en el área de matemáticas (variable dependiente) y el aprendizaje adaptativo (variable independiente), en el contexto particular de la Institución Educativa Teresa Calderón de Lasso del municipio de Palmira. Asimismo, se intentará predecir el valor aproximado de la variable dependiente (el rendimiento académico de los estudiantes), en la medida en que varíe la variable independiente (el aprendizaje adaptativo), representada en las estrategias didácticas, adaptadas a cada estudiante, apoyadas en las TIC.

2.8 Análisis de datos

Como lo describen Hernández *et al.* (2014), para llevar a cabo el proceso de análisis de datos cuantitativos se debe tener presente, primero, que los modelos estadísticos son solo representaciones de la realidad y no la realidad misma; en segundo lugar, que los resultados numéricos siempre se deben interpretar en su contexto. En ese sentido, la investigación tendrá solo una representación de la realidad de los estudiantes de grado quinto en el área de las matemáticas en el contexto particular de la Institución Educativa Teresa Calderón de Lasso. Así mismo, y apoyado en los mismos autores, la técnica estadística que se utilizará en la investigación será la correlación, la cual permite evaluar el grado de asociación entre dos o más variables. Igualmente, dicha técnica brinda la oportunidad de predecir las puntuaciones de una variable a partir de las puntuaciones de la otra variable; entre mayor sea la correlación entre las variables, mayor capacidad de predicción.

3. Resultados

El aprendizaje adaptativo hace referencia a un método educativo que se basa en el análisis de los datos que se dan en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, lo que permite al docente modificar y adaptar los contenidos de manera personalizada, con base en el desempeño y ritmo de cada estudiante. Teniendo en cuenta lo anterior, y como lo expresan Hernández *et al.* (2014) en referencia al análisis e interpretación de datos, los modelos estadísticos son simplemente representaciones de la realidad (en este caso académica), no la realidad misma, y, por ende, los resultados numéricos siempre se interpretan en contexto.

El instrumento de recolección de información del grupo experimental se realizó directamente sobre la plataforma www.aprendizajeadaptativo.com.co. Así mismo, la plataforma está programada para calificar dichas evaluaciones y establecer el respectivo porcentaje de acierto.

3.1 Resultados pretest – grupo experimental

A partir de lo anterior, se consolidaron los resultados de los primeros intentos de los estudiantes (pretest) elaborados en la plataforma y se procedió a realizar una representación visual de los datos obtenidos. Cabe señalar que los resultados de los niveles obtenidos se agruparon y consolidaron en los 4 DBA propuestos para la investigación. Finalmente, hay que recordar que la plataforma entrega preguntas aleatorias del banco de preguntas, pero respetando los 4 DBA.

Figura 2

Resultados pretest del grupo experimental en cuanto al DBA 4

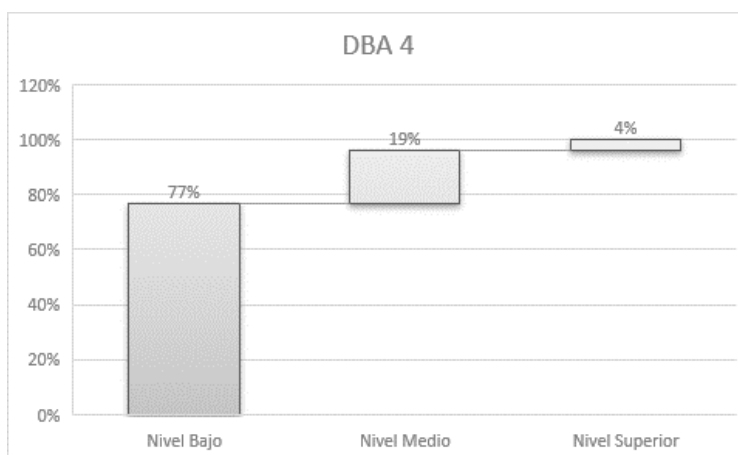


Figura 3

Resultados pretest del grupo experimental en cuanto al DBA 5

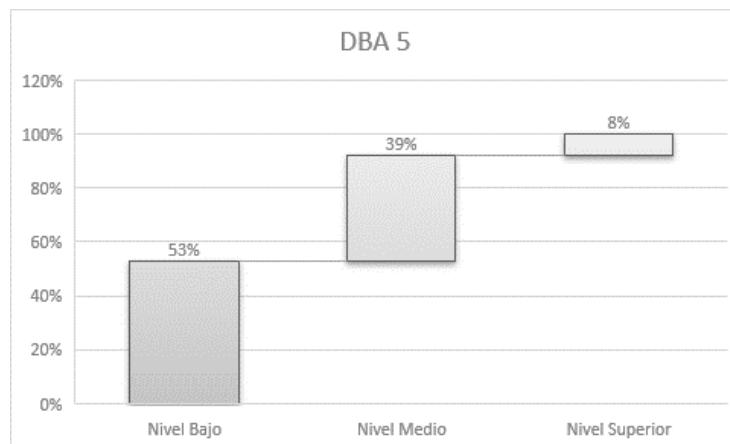


Figura 4

Resultados pretest del grupo experimental en cuanto al DBA 6

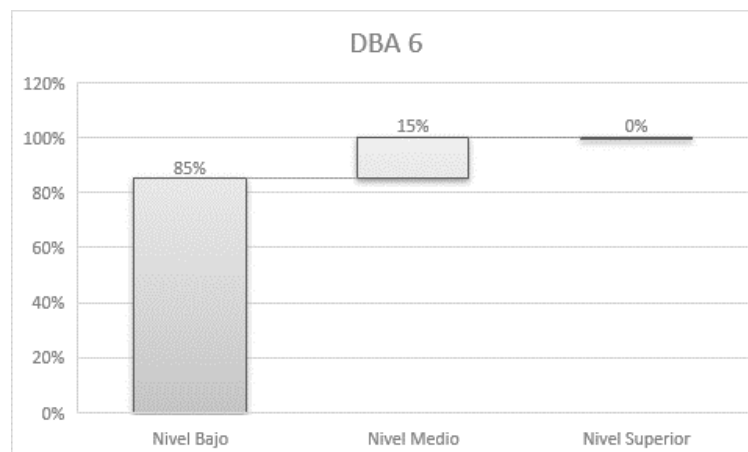
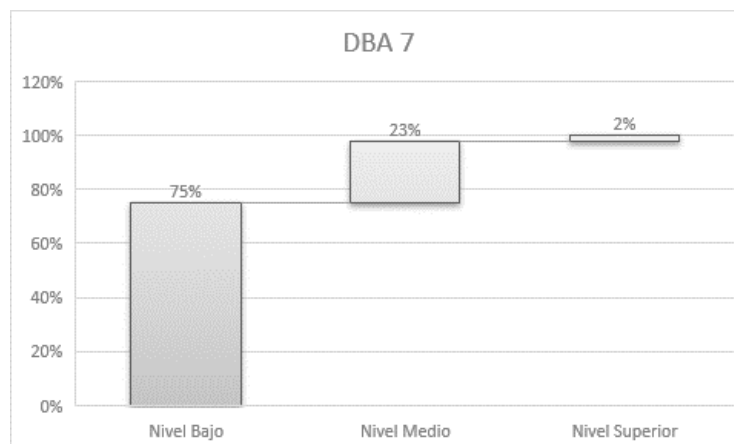


Figura 5

Resultados pretest del grupo experimental en cuanto al DBA 7



3.2 Resultados posttest – grupo experimental

Posterior a la aplicación del pretest, se inició la implementación de la propuesta pedagógica en el esquema didáctico proyectado (tres semanas con una duración total de 45 horas), y se procedió a aplicar nuevamente el instrumento de recolección de información, el cual entregó los siguientes resultados.

Figura 6

Resultados posttest del grupo experimental en cuanto al DBA 4

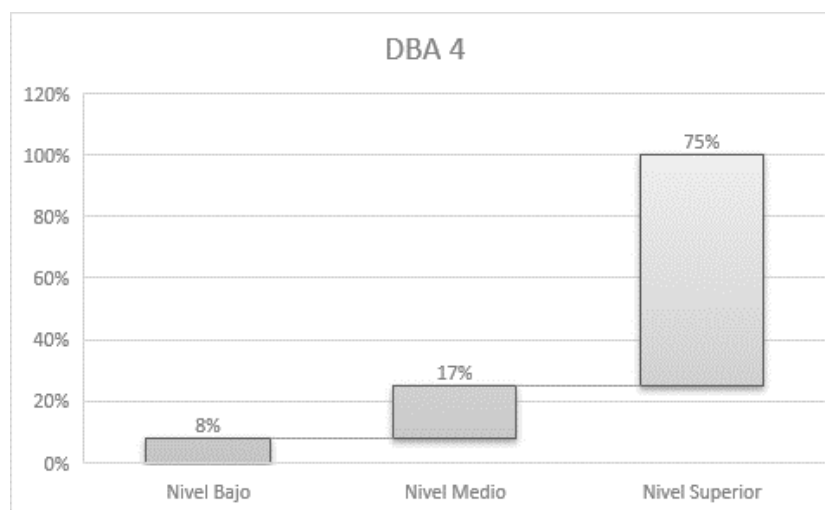


Figura 7

Resultados posttest del grupo experimental en cuanto al DBA 5

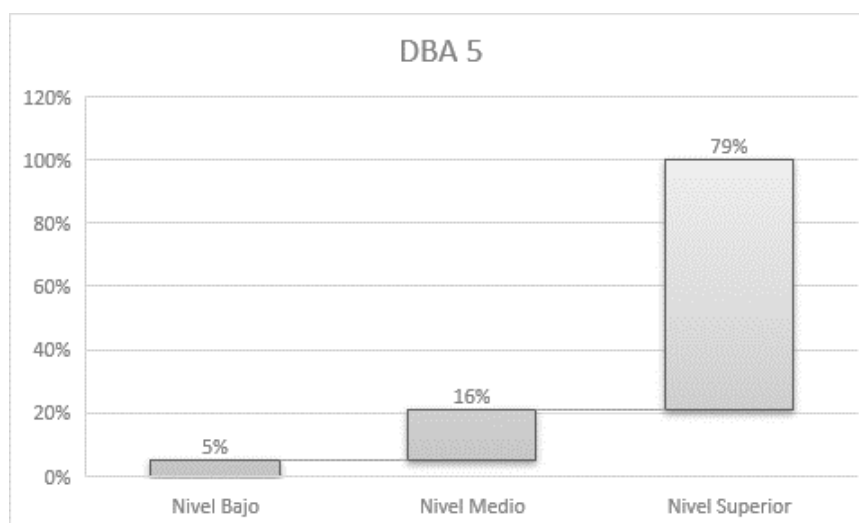
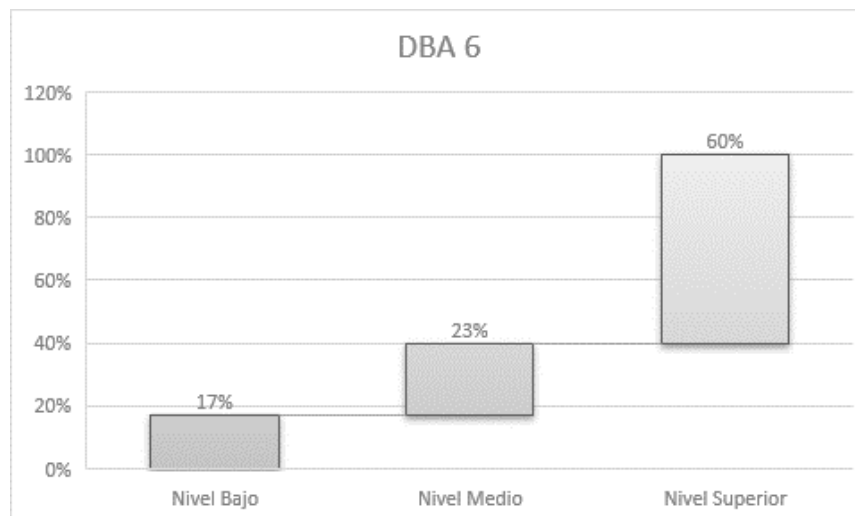
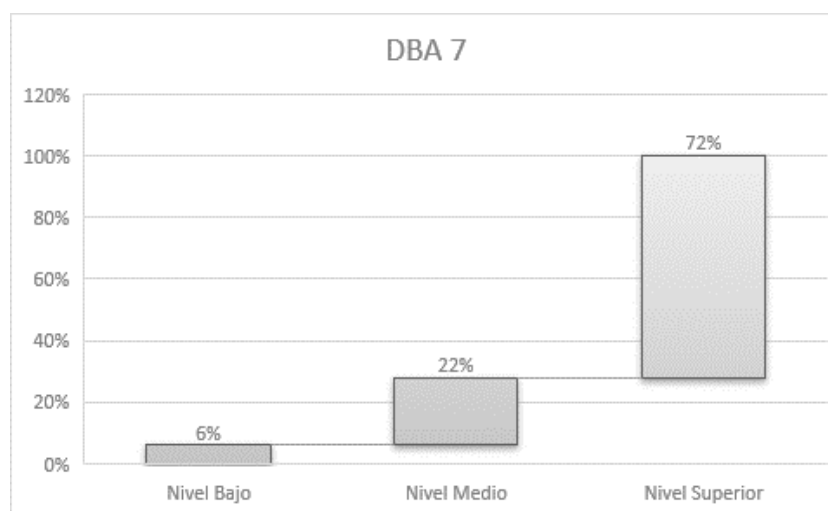


Figura 8*Resultados posttest del grupo experimental en cuanto al DBA 6***Figura 9***Resultados posttest del grupo experimental en cuanto al DBA 7*

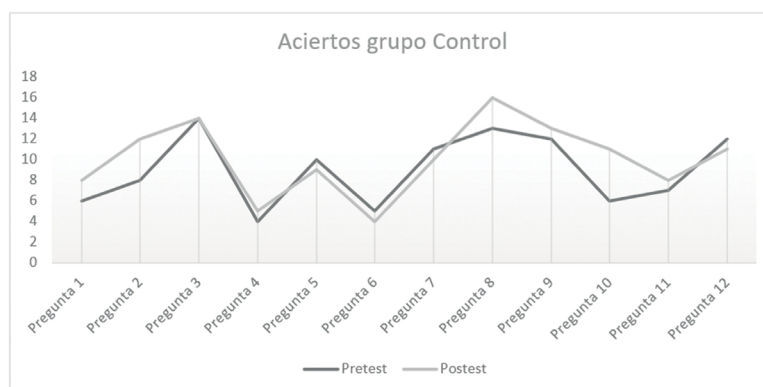
3.3 Interpretación y análisis de los resultados

Una vez finalizada la etapa de presentación de pretest y posttest, se procede a consolidar los resultados de las pruebas y describir el nivel de conocimiento de los estudiantes en cuanto al pensamiento geométrico-métrico, teniendo en cuenta las secuencias didácticas personalizadas recibidas. A continuación, se hace una representación visual de los datos del pretest y posttest, tanto del grupo control, como del grupo experimental, para identificar un comportamiento de los estudiantes al momento de realizar las pruebas.

Como se puede observar en la siguiente gráfica, los resultados del grupo de control en cuanto a pretest y posttest fueron muy similares. Hay que hacer una anotación particular en este ítem y es que justo en el momento de la implementación de esta investigación, el país se encontraba en un paro nacional que hizo que el docente del grupo de control no realizara la misma cantidad de clases que hace habitualmente en ese mismo periodo, lo cual seguramente influyó en que los resultados fuesen muy similares debido a que los estudiantes no tuvieron un amplio espacio de socialización para discutir y retroalimentar los resultados de la prueba inicial.

Figura 10

Resultados del grupo de control, pretest vs. posttest



Así mismo, dentro de esta interpretación, se presenta la comparación de los resultados del grupo experimental, teniendo en cuenta que se realizó a partir de los cuatro DBA sujetos de estudios de la presente investigación. A la par, la investigación tenía planificada una cantidad de horas autónomas de los estudiantes en la plataforma, lo cual ayudó a que a pesar de las circunstancias (pandemia y paro nacional) pudieran desarrollar todo lo que se tenía contemplado y que se ve reflejado en los resultados que se muestran a continuación.

Figura 11

Resultados grupo experimental, pretest vs. posttest en cuanto al DBA 4

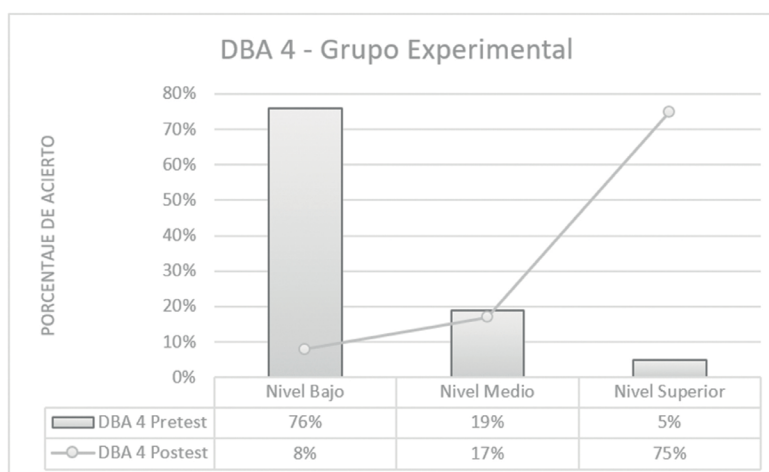


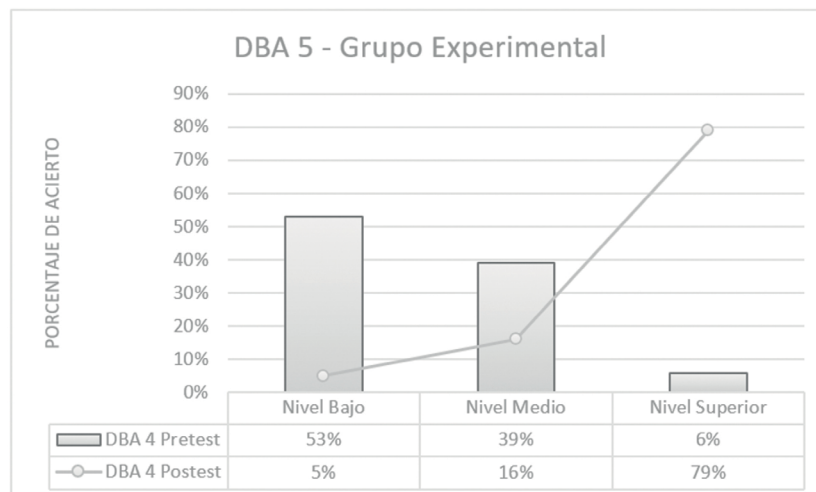
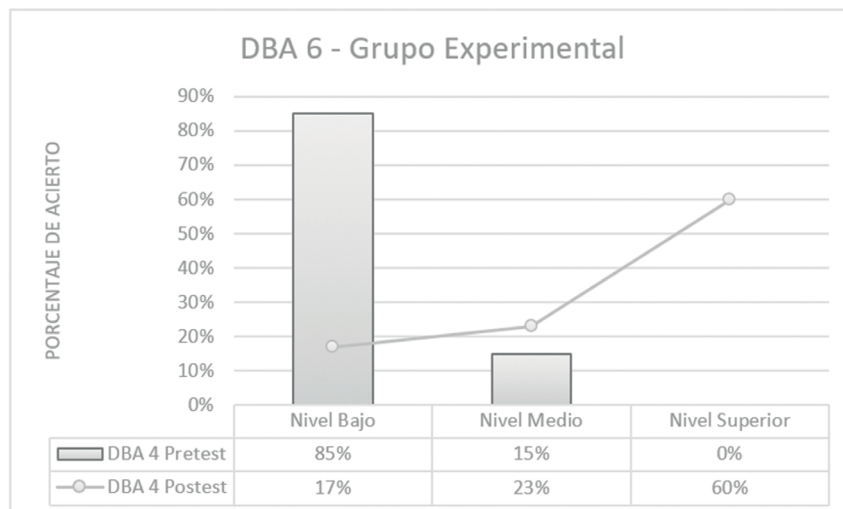
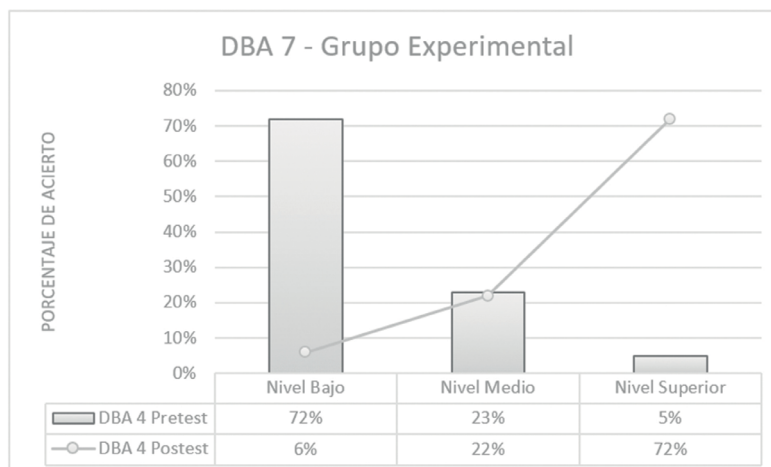
Figura 12
Resultados grupo experimental, pretest vs. posttest en cuanto al DBA 5

Figura 13
Resultados grupo experimental, pretest vs. posttest en cuanto al DBA 6


Figura 14

Resultados grupo experimental, pretest vs. posttest en cuanto al DBA 7

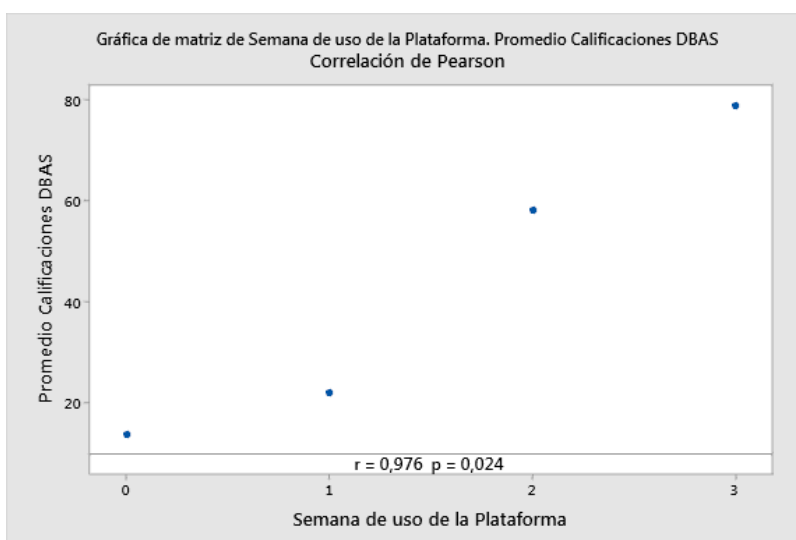


3.3.1 Correlación de Pearson

Como lo manifiestan Vila *et al.* (2004), en ocasiones nos puede interesar estudiar si existe o no algún tipo de relación entre dos variables, para lo cual, el modelo de correlación mide la dependencia de una variable dependiente respecto a otra variable independiente. Así mismo, detallan Hernández *et al.* (2014) que la correlación de Pearson “Es una prueba estadística para analizar la relación entre dos variables medidas en un nivel por intervalos o de razón. Se le conoce también como coeficiente producto-momento” (p. 304).

Figura 15

Correlación de Pearson, semanas de uso de la plataforma - promedio de calificaciones



De lo anterior se puede concluir que existe una relación causal entre la variable independiente y la dependiente, ya que en la medida en que pasan más semanas usando y trabajando en la plataforma, adaptada a cada estudiante, los resultados académicos se ven afectados (aumentan). Finalmente, hay que señalar que se evidencia el diseño transeccional correlacional de la investigación, ya que en la medida en que se provocó intencionalmente la variable independiente (el aprendizaje adaptativo) y las estrategias didácticas, adaptadas a cada estudiante, apoyadas en las TIC, se evidenciaron las consecuencias o los efectos en la variable dependiente (rendimiento académico).

3.3.2 Nivel de significancia

El nivel de significancia es un umbral que permite determinar si el resultado de un estudio se puede considerar estadísticamente significativo; así mismo, para el caso de una investigación, se describe que el nivel de significancia representa la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera.

Correlaciones

	Semana de uso de la Plataforma
Promedio Calificaciones DBAS	0,976

Correlaciones en parejas de Pearson

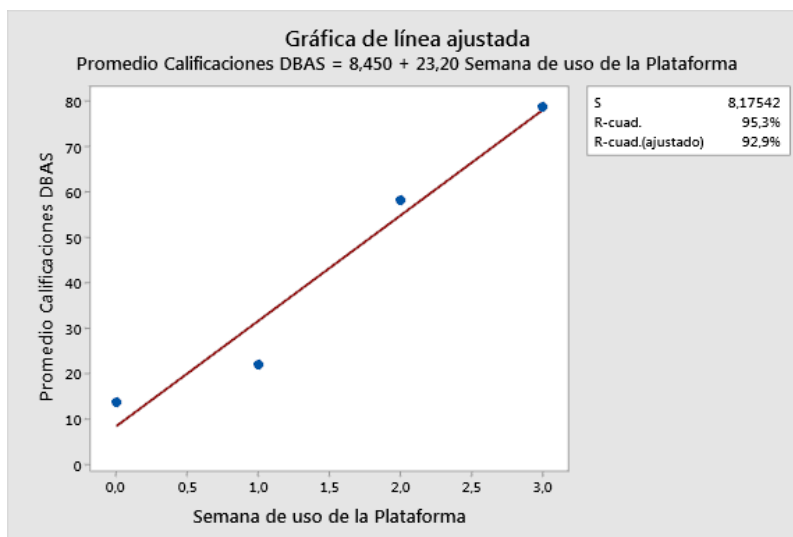
Muestra 1	Muestra 2	Correlación	IC de 95 % para p	Valor p
Promedio calificaciones DBAS	Semana de uso de la plataforma	0,976	(0,242. 1,000)	0,024

Por otra parte, la regresión lineal es un modelo estadístico para estimar el efecto de una variable sobre otra, y se encuentra asociado con el coeficiente de Pearson, ya que permite predecir las puntuaciones de una variable a partir de las puntuaciones de la otra variable. Entre mayor sea la correlación entre las variables (covariación), mayor capacidad de predicción.

En este sentido, la investigación también desarrolló un análisis de regresión, apoyado en la herramienta Minitab, teniendo en cuenta los cuatro DBA objetos de estudio, e, igualmente, finalizando con un promedio de estos.

Figura 16

Gráfica de línea ajustada, uso de la plataforma - promedio de calificaciones



A luz de los resultados obtenidos, y teniendo en cuenta que una de las principales utilidades del análisis de regresión es la proyección con diferentes escenarios estimando el efecto de una variable sobre otra, se puede concluir que el valor futuro de la variable dependiente de estudio (rendimiento académico de los estudiantes) se ve afectada positivamente por la variable independiente, ya que en la medida en que más se usa la plataforma y la metodología de aprendizaje adaptativo, el rendimiento académico de los estudiantes mejora. Finalmente, también se concluye, gracias a la regresión, que se valida la hipótesis, ya que se demuestra que el uso del aprendizaje adaptativo (causa) impacta los resultados académicos en el área de las matemáticas (correlación) de los estudiantes de grado quinto de la institución educativa.

4. Conclusiones

El aprendizaje adaptativo consiste en entender que los estudiantes, como seres humanos diferentes, poseen diversos ritmos de aprendizaje, los cuales varían dependiendo de circunstancias muy particulares; por esto, una metodología de aprendizaje adaptada a sus necesidades impacta en su rendimiento académico. Tal como lo describen Johnson *et al.* (2012), uno de los retos más importantes que tendrá la educación es la necesidad de adecuar los métodos y procesos de aprendizaje a las necesidades y conocimientos particulares de cada uno de los estudiantes. Igualmente, señalan al aprendizaje personalizado como el tercer reto más importante que tendrá la educación por su impacto en la docencia.

En ese mismo sentido, se concluye en esta investigación que el concepto de Estrada (2018) de que cada ser humano aprende de diferente forma y de que no existe una manera correcta o errónea de aprendizaje es completamente válida de cara a los resultados obtenidos, tanto al grupo de control, como al grupo experimental objeto de estudio. Igualmente, se concluye gracias a la plataforma creada (www.aprendizajeadaptativo.com.co) que las TIC están demostrando que tienen un potencial para ayudar, desde diferentes perspectivas, a maestros y estudiantes en torno a mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En concordancia, en esta investigación se reafirma el postulado de Comas *et al.* (2017) cuando detallan, en su estudio denominado “Tendencias recientes de la educación virtual y su fuerte conexión con los entornos inmersivos”, cómo “El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), ha permitido mayor apropiación de herramientas que impactan los métodos de enseñanza y aprendizaje” (p. 6); además, expresan, según los resultados obtenidos, que existe una fuerte conexión entre la educación y la educación por medio de estrategias tecnológicas.

Lo anterior se puede demostrar con los resultados obtenidos, donde se puede concluir que existe una posible relación causal entre la variable independiente y la dependiente, ya que en la medida en que más se use y se trabaje en la plataforma, con contenido adaptado a cada estudiante, apoyadas en las TIC, los resultados académicos se ven afectados (aumentan). En este sentido, como lo menciona Delgue (2018), “La historia de la humanidad es la historia de las diferentes formas de trabajo desarrolladas a partir de las innovaciones tecnológicas que fueron definiendo la forma de pensar y organizar una sociedad” (p. 3); por lo cual, se concluye que la creación e implementación de la metodología de aprendizaje adaptativo en una plataforma tecnológica (www.aprendizajeadaptativo.com.co) impacta positivamente en la educación.

Así mismo, en esta investigación se reafirma lo descrito por Wagner (2005), cuando manifiesta que, para una incorporación exitosa de las TIC en el aula de clase, no solo debe ser tenida en cuenta la infraestructura, sino, además, esta debe estar siempre acompañada de cambios en las prácticas pedagógicas en el aula, en este caso el aprendizaje adaptativo; igualmente, debe estar acompañada de la formación de profesores y la articulación entre el contenido curricular y dichas TIC. Esto quiere decir que la introducción de la tecnología por sí sola no transforma los resultados de enseñanza y aprendizaje.

A la par, como lo describe Miliband (2006), si el objetivo de la educación es que todos los estudiantes alcancen los mayores logros posibles, entonces: “El aprendizaje personalizado es la forma en que nuestras escuelas adaptan la educación, para garantizar que cada alumno alcance el nivel más alto posible” (p. 24). Lo anterior se ve refrendado en los resultados de las pruebas postest del grupo experimental, donde se puede concluir que el valor futuro de la variable dependiente de estudio rendimiento académico de los estudiantes se ve afectada positivamente por la variable independiente, ya que en la medida en que más se usa la plataforma y la metodología de aprendizaje adaptativo, el rendimiento académico de los estudiantes mejora.

Lo anterior también se evidencia en el diseño transeccional correlacional y en la pregunta de investigación formulada (¿existe una correlación entre una metodología de aprendizaje adaptativo y el rendimiento académico, en cuanto al pensamiento geométrico-métrico?), ya que en la medida en que se provocó intencionalmente la variable independiente (el aprendizaje adaptativo) y las estrategias didácticas adaptadas a cada estudiante, apoyadas en las TIC, se evidenciaron las consecuencias o los efectos en la variable dependiente (rendimiento académico); por ende, se valida el teórico de Calderero *et al.* (2014), cuando precisan que para poder alcanzar la individualización del aprendizaje, se hace necesario el apoyo de la tecnología que permita crear prácticas y actividades personalizadas que permitan el avance particular de cada estudiante.

En cuanto al objetivo general de esta investigación, que consistía en implementar una metodología de aprendizaje adaptativo en el área de las matemáticas en cuanto al pensamiento geométrico-métrico para estudiantes de grado quinto, se cumple y valida en la medida en que se logra entregar, por medio de la plataforma www.aprendizajeadaptativo.com.co, un contenido personalizado para cada estudiante, de modo que también se cumple el teórico de Martínez y Ramos (2016), cuando describen que “es crucial que se implementen metodologías nuevas y creativas” para la enseñanza (p. 20).

Igualmente, en cuanto a la pregunta de investigación planteada de si existe una correlación entre una metodología de aprendizaje adaptativo y el rendimiento académico, en cuanto al pensamiento geométrico-métrico, para los estudiantes de grado quinto, y la hipótesis que estaba trazada a que el uso del aprendizaje adaptativo incide en los resultados académicos en el área de las matemáticas de los estudiantes de grado quinto de la Institución Educativa Teresa Calderón de Lasso, se valida gracias al análisis de regresión estadística aplicado, ya que se demuestra que el uso del aprendizaje adaptativo (causa) impacta los resultados académicos en el área de las matemáticas (correlación) de los estudiantes de grado quinto de la institución educativa.

Finalmente, en cuanto a las proyecciones y trabajos futuros que se pueden dar a partir de esta investigación, se resaltan dos áreas fundamentales:

- Extrapolar la metodología de aprendizaje adaptativo y el poder de la plataforma que ya está creada, en línea y depurada, para ampliar el alcance, bien sea en la misma área de las matemáticas, pero trabajando otros DBA de otros grados académicos, y/o ampliar dicha metodología y plataforma a otras áreas del conocimiento. En este sentido, las posibilidades son muy amplias.
- Realizar a futuro una nueva investigación de aprendizaje adaptativo con las mismas variables e hipótesis, pero en un contexto en el cual la pandemia ya no esté presente, o, por lo menos, que permita que los estudiantes estén 100 % en el aula de clase con su respectivo docente. Lo anterior ayudaría, incluso, a medir la diferencia existente entre la aplicación de una metodología de aprendizaje adaptativo de forma firma virtual versus una presencial.

Referencias

- Calderero, F., Aguirre M., Castellanos A., Peris M., & Perochena P. (2014). New approach to the personalized education and its relationship with the ict. *Education in the knowledge society*, 15(2), 131-151.
- Comas, Z., Echeverri, I., Zamora, R., Vélez, J., Sarmiento, R., & Orellana, M. (2017). Tendencias recientes de la Educación Virtual y su fuerte conexión con los Entornos Inmersivos. *Espacios* 38(15), 4-18.
- Delgue, J. (2018). América Latina: el impacto de las tecnologías en el empleo y las reformas laborales. *Revista Internacional y Comparada de relaciones laborales y derecho del empleo*, 6(1), 6-36.
- Estrada, A. (2018). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico. *Revista Boletín Redipe*, 7(7), 218-228.
- García, M., Fernández, R., Solano, N., & Gómez, A. (2020). Las creencias de los futuros maestros sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Espacios*, 41(9), 14.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Editorial Mc Graw Hill
- Johnson, L., Adams, S., & Cummins, M. (2012). *The NMC Horizon Report: 2012*. The New Media Consortium.
- Martínez, S. & Ramos, L (2016). *Construcción de metodologías comparativas e indicadores para medir el uso de TIC y sus impactos en el salón de clase*. Fedesarrollo.

- Miliband, D. (2006). "Choice and Voice in Personalised Learning". En *Personalising Education* (pp. 21-30). OECD. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264036604-2-en>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje V2*. República de Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2017). *Mallas de Aprendizaje – Matemáticas de Grado 5°*. República de Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional (2015). *Informe Nacional de resultados Colombia en PISA 2015*. Bogotá
- Ministerio de Educación Nacional (2018). Resultados Pruebas Nacionales Saber 3°, 5° y 9°. Colombia
- Vesga, G., & Losada, M. (2018). Epistemological Beliefs of Pre-Service and In-Service Math Teachers, Their Teaching and Learning. *Revista Colombiana de Educación* (74), 243-267.
- Vila, A., Sedano, M., López, A., & Juan, A. (2004). *Correlación lineal y análisis de regresión*. Universitat Oberta Catalunya.
- Wagner, D. (2005). Monitoring and Evaluation of ICT in Education Projects: a handbook for developing countries. <http://documents.worldbank.org/curated/en/708561468175470484/pdf/375220ICTEducation01PUBLIC1.pdf>