

Razonamiento cuantitativo con enfoque steam

LORENA QUINTERO., SONIA VALBUENA, AND LUIS DEL VALLE

Abstract. The present research is aimed at promoting quantitative thinking skills during the teaching and learning process in sixth grade students of basic secondary school under the STEAM approach, supported by design and implementation of didactic sequences based on learning that considers reasoning, formulating and interpreting mathematics in the solution of problem situations in any context combined with the definition of quantitative reasoning, which focuses on the ability of individuals to think critically about the environment that surrounds them and its connection with the mathematical field. The methodology had a mixed approach, with a ad-experimental design, the methodological development was in phases. Ad-hoc questionnaires were applied. The results to be highlighted are profound difficulties in mathematical competencies in the study sample, inputs that are taken for the design of the work proposal. Among the conclusions, it is highlighted that the use of the STEAM approach can be a plausible option for the development of competencies in quantitative reasoning.

Resumen. La presente investigación está encaminada a fomentar habilidades de razonamiento cuantitativo durante el proceso de enseñanza y aprendizaje en estudiantes de sexto grado de la básica secundaria bajo el enfoque STEAM, apoyado en el diseño e implementación de secuencias didácticas teniendo como fundamento el aprendizaje que pondera razonar, formular e interpretar la matemática en la solución de situaciones problemas en un contexto cualquiera conjugado a la definición de razonamiento cuantitativo la cual se centra en la habilidad de los individuos de pensar de manera crítica sobre el entorno que los rodea y su conexión con el ámbito matemático. La metodología tuvo un enfoque mixto, con un diseño de corte cuasiexperimental, el desarrollo metodológico fue por fases. Se aplicaron cuestionarios Ad-hoc. Los resultados a resaltar son profundas dificultades en las competencias matemáticas en la muestra del estudio, insumos que se toman para el diseño de la propuesta de trabajo. Dentro de las conclusiones se destaca que el uso del enfoque STEAM puede ser una opción plausible para el desarrollo de competencias en razonamiento cuantitativo.




Esta publicación está bajo una
licencia Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial 4.0

Date: Received: Day Month Year; Accepted: Day Month Year.

2010 *Mathematics Subject Classification.* Primary .

Key words and phrases. Razonamiento cuantitativo, enfoque STEAM, competencias matematicas.

Quintero  0000-0002-1069-6561.

Valbuena  0000-0003-3667-1087.

Delvalle  0000-0002-9612-2664.

1. Introducción

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), ejerciendo como líder mundial establece la educación como un derecho fundamental que transforma vidas que busca desarrollar el crecimiento competitivo de los ciudadanos y la sociedad en general, pues la educación de calidad promueve el desarrollo de creatividad, conocimiento y adquisición de competencias básicas analíticas y teóricas [14, 2]. Estas competencias básicas también llamadas genéricas, se entienden como fundamentales para el desarrollo integral de todo ser humano, una de ellas es el razonamiento cuantitativo, encargada de proporcionar los conocimientos numéricos básicos para suplir las necesidades cotidianas, convirtiéndose en un pilar para evolucionar en la educación, formación y desarrollo de competencias a lo largo de la vida profesional [2].

Desde esta perspectiva, Colombia en su Plan Decenal de Educación (PNDE) 2016 a 2026 [20], propone un cambio de paradigma apuntando a la formación crítica y activa con personas capaces de asumir los cambios y desafíos que conllevan al desarrollo tecnológico, la expansión e internacionalización de la economía, la ciencia y la cultura. Para ello plantea desafíos estratégicos para el país, uno de ellos es 'Impulsar el uso pertinente, pedagógico y generalizado de las nuevas y diversas tecnologías para apoyar la enseñanza, la construcción de conocimiento, el aprendizaje, la investigación y la innovación, fortaleciendo el desarrollo para la vida a través del fomento de las competencias siglo XXI, a lo largo del sistema educativo y para la vida' (pág. 41) [3].

Por lo cual, es necesario garantizar desde todos los ámbitos educativos, el fortalecimiento de las competencias básicas, formando para la vida incluyendo las dimensiones de lo social, lo subjetivo y el conocimiento, fortaleciendo el desarrollo de habilidades técnicas, el lenguaje, la resolución de problemas, y la comprensión, siendo estas algunas de las tantas cualidades a mencionar, que trascienden al enfocarla dentro de las habilidades matemáticas y su aplicabilidad en el medio laboral, social, personal y educativo. Sin embargo, en este PNDE se presenta un análisis de la calidad educativa en la básica secundaria del país, mostrando el impacto que han generado las estrategias implementadas a nivel nacional, a través de los resultados de las pruebas nacionales e internacionales, donde se observa que el nivel de desempeño satisfactorio es menor a los resultados bajos en el área de matemáticas desde el año 2012 al 2016 [3]. En cuanto a las pruebas internacionales, los resultados de PISA 2018 de Colombia es de 391 puntos de 800, escala que asume la prueba, donde cerca del 60% obtuvo un puntaje bajo en el área

De igual manera, en los resultados locales, en el departamento del Atlántico específicamente en la ciudad de Barranquilla, en las pruebas Saber de 3^o, 5^o, y 9^o realizadas por los estudiantes en el año 2017 por parte de ICFES, se pueden analizar algunos resultados históricos donde se observa que el porcentaje de Avanzado es bajo con respecto al nivel Insuficiente y mínimo.

EL ente Territorial Certificado (ETC) para este caso, Barranquilla, muestra unos promedios muy cercanos a la media nacional, en una valoración que va de 100 a 500 puntos; de manera puntual estos tienen unos porcentajes de mínimo e insuficiente muy altos en comparación a los porcentajes de Avanzado, mostrando evidentemente dificultades en el área, que al explorar más de cerca se logra identificar las competencias específicas matemáticas donde los estudiantes tienen insuficiencias. Llevando este análisis de resultados de manera particular a la Institución Educativa Distrital foco de estudio en los últimos años, en el informe por colegio del cuatrienio de las pruebas saber 3^o, 5^o y 9^o proporcionado por el ICFES en el área de matemáticas del año 2014 al 2017, que fueron las últimas realizadas se observan los porcentajes de desempeño por niveles, ver 1, situación que persiste hasta el año actual y es observada desde el trabajo de aula.

Se evidencia que la institución se presenta en el nivel de Avanzado y satisfactorio muy por debajo de los porcentajes en los niveles Mínimo e insuficiente en cuanto al porcentaje de aprobación de los desempeños en la prueba Saber 3^o, 5^o y 9^o, al detallar los promedios la institución se ubica muy por debajo de la media del ETC.

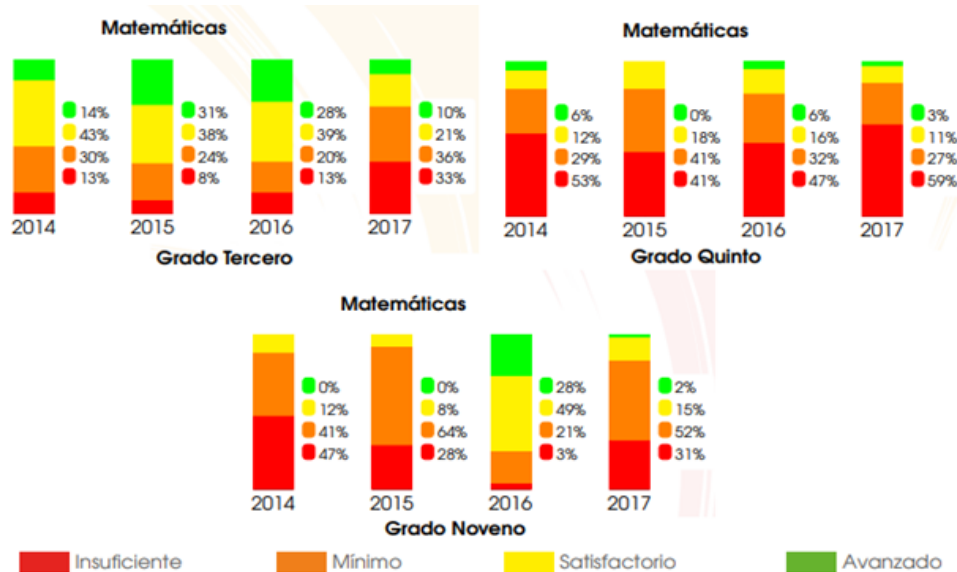


FIGURE 1. Niveles de desempeño de la Prueba Saber 3^o, 5^o y 9^o en el área de Matemáticas [19]

Debido a los resultados obtenidos en estas pruebas, la institución educativa ha sido focalizada con el fin de avanzar en estos bajos desempeños, lo que ha implicado su inclusión dentro de un plan de mejoramiento a nivel nacional y local, permitiendo la vinculación a diversos programas estatales que fortalezcan estas dificultades en área, como el Programa Todos a Aprender (PTA), el proyecto Singapur, acompañamiento Pruebas Saber, entre otros. Algunos de ellos aún se encuentran vigentes, otros por políticas de estado ya no hacen parte en este proceso de avanzar para el fortalecimiento de las debilidades institucionales, situación que de alguna manera afecta los procesos de mejoramiento.

2. Marco teórico y conceptual

2.1. Competencia matemática. La competencia matemática según la OCDE en el año 2022 [4], se define como: 'la capacidad de un individuo para razonar matemáticamente y para formular, emplear e interpretar la Matemática para resolver problemas en una variedad de contextos del mundo. Incluye utilizar conceptos, procedimientos, hechos y herramientas para describir, explicar y predecir fenómenos. Ayuda a las personas a conocer el papel que la Matemática juega en el mundo además de colaborar en la elaboración de juicios bien fundados y en la toma de las decisiones que necesita un ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo del siglo 21'. (pág. 9), de forma complementaria se retoma aquí la conceptualización del Instituto Colombiano para el fomento de la educación superior (Icfes) como 'la capacidad compleja que integra conocimientos, potencialidades, habilidades, destrezas, prácticas y acciones que se manifiestan en el desempeño en situaciones concretas, en contextos específicos (saber hacer en forma pertinente). Las competencias se construyen, se desarrollan y evolucionan permanentemente' (pág. 1) [5].

Se retoman en concordancia también los cinco procesos matemáticos del National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), a saber: la resolución de problemas; el razonamiento y la prueba; la comunicación; la representación; y las conexiones [6]; de allí la importancia en la formación de las destrezas necesarias para la resolución de problemas contextualizados, la capacidad de comunicarse a través del lenguaje matemático, y de la elaboración de estrategias metodológicas novedosas acordes con los cambios de la sociedad actual, que generen el desarrollo del pensamiento matemático, considerándose la implementación de las herramientas

tecnológicas como una de las estrategias que puedan contribuir a este cambio en el pensamiento matemático en general.

Se convierte entonces en una necesidad del siglo XXI el uso de estas herramientas tecnológicas, siendo pertinentes al apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje en la construcción de conocimientos, fortaleciendo la innovación, la investigación, la creatividad, y la formación del estudiante para la vida. Siendo así se necesitan desarrollar habilidades en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas de manera que integran el conocimiento y fortalezcan conexiones entre diferentes disciplinas para adquirir nuevos conocimientos en lo que se requiera y puedan construir nuevas ideas y teorías que sean significativos y valederos [7].

El concepto de competencia matemática debe reflejar la capacidad del individuo de razonar matemáticamente, resolver problemas en diferentes contextos, identificar y describir la habilidad de ser humano de razonar, utilizar definiciones, argumentos y herramientas que expliquen y hagan predicciones de fenómenos matemáticos, consolidando sus estructuras de pensamiento lógico [18], y agregando el énfasis de PISA en el tener que desarrollar habilidades en los estudiantes que le permitan utilizar la matemática en contexto, siendo la competencia matemática un atributo en continuo crecimiento, aunado al hecho que las competencias matemáticas requieren de ambientes de aprendizaje enriquecidos por situaciones que deben ser significativas que proyecten avanzar a niveles de competencia más complejos [3]. Este trabajo de investigación hace suyas las competencias matemáticas del proyecto PISA, a saber :

- (1) Pensar y razonar.
- (2) Argumentar
- (3) Comunicar
- (4) Modelar
- (5) Plantear y resolver problemas
- (6) Representar
- (7) Utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones
- (8) Uso de herramientas y recursos.

Esta investigación no elabora actividades que formen de manera individual cada una de ellas, se considera una vinculación que las relaciona, se trabajan de manera simultánea al construir estructuras matemáticas. Las tres primeras son competencias de carácter cognitivo, las cuatro siguientes son competencias matemáticas específicas.

2.2. Razonamiento cuantitativo. Se pueden enumerar diferentes definiciones de Razonamiento cuantitativo, una de ellas es la que lo define como una actividad interpretativa que tiene lugar en un proceso estructurado y deductivo, un conjunto de patrones abstractos y unidos con argumentos y un contexto que proporcionan un significado [13]. De la National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) [6] se retoma que define el razonamiento cuantitativo como la capacidad desarrollada para analizar información cuantitativa y determinar los procedimientos que se pueden aplicar a un problema en particular para llegar a una solución. Definición desde un enfoque de la resolución de problemas que necesita de un contenido matemático y pretende exaltar habilidades como leer y comprender información presentada de diferentes formas, extraer inferencias, resolver situaciones a partir de métodos aritméticos, algebraicos, geométricos o estadísticos; suponer respuestas, verificar resultados y transmitir información.

A partir de estas conceptualizaciones, esta investigación se fundamenta en la visión de Razonamiento cuantitativo como el conjunto de habilidades que desarrolla un individuo para comprender, analizar, decidir y proponer soluciones ante situaciones problemáticas contextualizadas que requieran de un tratamiento cuantitativo. Esto involucra todas aquellas acciones que tengan como objetivo plantear una estrategia que resuelva un conflicto de tipo numérico, lógico, estadístico, social, económico, etc., que conlleve al uso de conceptos básicos matemáticos, contribuyendo a la formación de un ser integral capaz de construir conocimiento para la sociedad en general.

2.3. Enfoque STEAM. Este busca la integración de las áreas científico y técnicas en un mismo enfoque interdisciplinar; y es el acrónimo que recoge las iniciales en inglés de las disciplinas de ciencias (S), tecnología (T), ingeniería (E), arte (A) y matemáticas (M); enfoque centrado principalmente en el estudiante, que construyendo a partir de sus conocimientos le fortalezca como un ser competente para enfrentarse a situaciones reales [12]. Se trata de recursos metodológicos que buscan un aprendizaje dinámico involucrando diversas estrategias con un contexto cotidiano que dirija al estudiante en el desarrollo de competencias en pro de la solución de situaciones problemáticas del entorno. Un enfoque pedagógico donde experimenten y aprendan de manera integral las distintas áreas del conocimiento desarrollando habilidades para la vida con proyección a la formación de un ciudadano que construya y resuelva desafíos en la sociedad actual.

3. Marco metodológico

3.1. Enfoque y diseño. La presente investigación tuvo un enfoque mixto [16] que integra en un mismo estudio metodologías cuantitativas y cualitativas. El diseño es de carácter concurrente de triangulación con corte cuasiexperimental, los sujetos participantes del estudio no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento: son grupos intactos independientes del experimento, se trabajó con 48 estudiantes de sexto grado.

El desarrollo metodológico se plantea por fases (ver Figura 2):

- (1) Revisión de concepciones y soportes teórico, consecución del consentimiento informado de los padres o acudientes de los estudiantes teniendo en cuenta que son menores de edad garantizando su integridad.
- (2) Recogida de información con observación participante. Dos cuestionarios Ad-hoc con 15 preguntas cerradas cada uno. Intervención con secuencias didácticas diseñadas haciendo uso del enfoque STEAM.
- (3) Consolidación y análisis de la información. Cualitativo, análisis de las observaciones registradas en un diario de campo a través de la observación participante. Cuantitativo, a través de la estadística descriptiva se consolida la información para comparar los desempeños de los estudiantes, antes y después de la intervención didáctica.

3.2. Técnicas e instrumentos.

3.2.1. Cuestionarios- enfoque STEAM. Se realiza una entrevista a profesores del área a través de un cuestionario cuyo objetivo fue entender el entorno escolar, los factores que puedan llegar a afectar la investigación o el desarrollo de la propuesta, además de la opinión de cada sujeto de la muestra en cuanto a la implementación del enfoque STEAM, y el conocimiento que tienen de ella. Un segundo cuestionario se aplica antes de la implementación de las secuencias didácticas fue diseñado con Google Forms, su acceso fue con la dirección URL: <https://forms.gle/Wx9k1Lb4fYqcYXNk7>; tiene diez preguntas enfocadas a las estrategias utilizadas por los maestros en la enseñanza de las matemáticas y el manejo de herramientas tecnológicas en el desarrollo de los eventos pedagógicos.

Para conocer que herramientas tecnológicas tienen a disposición los estudiantes fuera de la institución educativa se diseñaron cinco preguntas y sus respuestas manejan la escala tipo Likert con opciones de siempre, casi siempre, algunas veces, casi nunca y nunca, formuladas a través de un cuestionario de Drive en la siguiente dirección URL: <https://forms.gle/vmGKg2StAzZfGZiM9>

3.2.2. Cuestionarios- Preprueba y posprueba. Preprueba: este instrumento conformado por 15 preguntas tomadas del Icfes, pruebas Saber 2012-2014-2015 [5], Pruebas evaluar para avanzar, y algunas adaptadas de las pruebas externas de los tres editores. Esta prueba tiene como objetivo recoger resultados específicos de cada uno de los indicadores evaluados en la competencia de razonamiento, busca establecer el nivel de desempeño de los estudiantes de sexto grado antes de

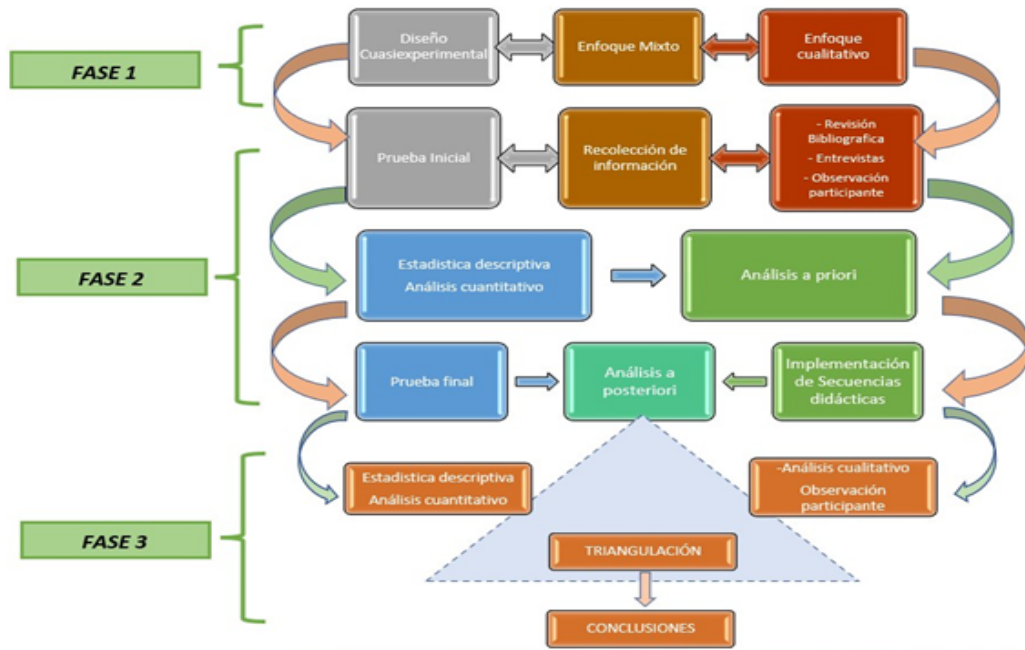


FIGURE 2. Esquema diseño de la investigación. Tomado y adaptado de [16, 17]

<i>Escala</i>	<i>Desempeño</i>
0.0-6.9	<i>Bajo</i>
7.0-8.4	<i>Básico</i>
8.5-9.4	<i>Alto</i>
9.5-10.0	<i>Superior</i>

TABLE 1. Escala de Valoración de las pruebas

iniciar la intervención didáctica, y poder comparar los resultados al finalizar la misma. La escala de valoración de la prueba de 0 a 10.0 es tomada de la institución de acuerdo con el Decreto 1290 de evaluación y promoción de los estudiantes, establecido en el Manual de Convivencia (ver Tabla 1).

Los resultados recabados con esta prueba son la base del proceso de investigación y de la elaboración de la propuesta a implementar.

Posprueba: Se aplicó al finalizar la implementación de las secuencias didácticas programadas para la investigación, con el fin de obtener unos resultados y compararlos con los iniciales. Fue elaborado con preguntas validadas por el Icfes, publicadas por su página interactiva, ya que estas son estandarizadas con criterios de calidad para tener un enfoque evaluativo certero. Para mantener un criterio homogéneo a la preprueba esta también consta de 15 preguntas, tres preguntas por cada indicador.

4. Resultados principales

4.1. Análisis e interpretación de estrategias didácticas y manejo de herramientas.

Para el estudio de esta variable se hizo un análisis desde las dimensiones: estrategias didácticas y manejo de herramientas y razonamiento de los números reales, a continuación, se relacionan cada una de las dimensiones analizadas.

Estrategias didácticas y manejo de herramientas: Este análisis se realizó con base en dos indicadores: planeación y los recursos tecnológicos (ver Figura 3). Al revisar cada uno de los ítems planteados en los cuestionarios se pueden observar los resultados obtenidos en cuanto al

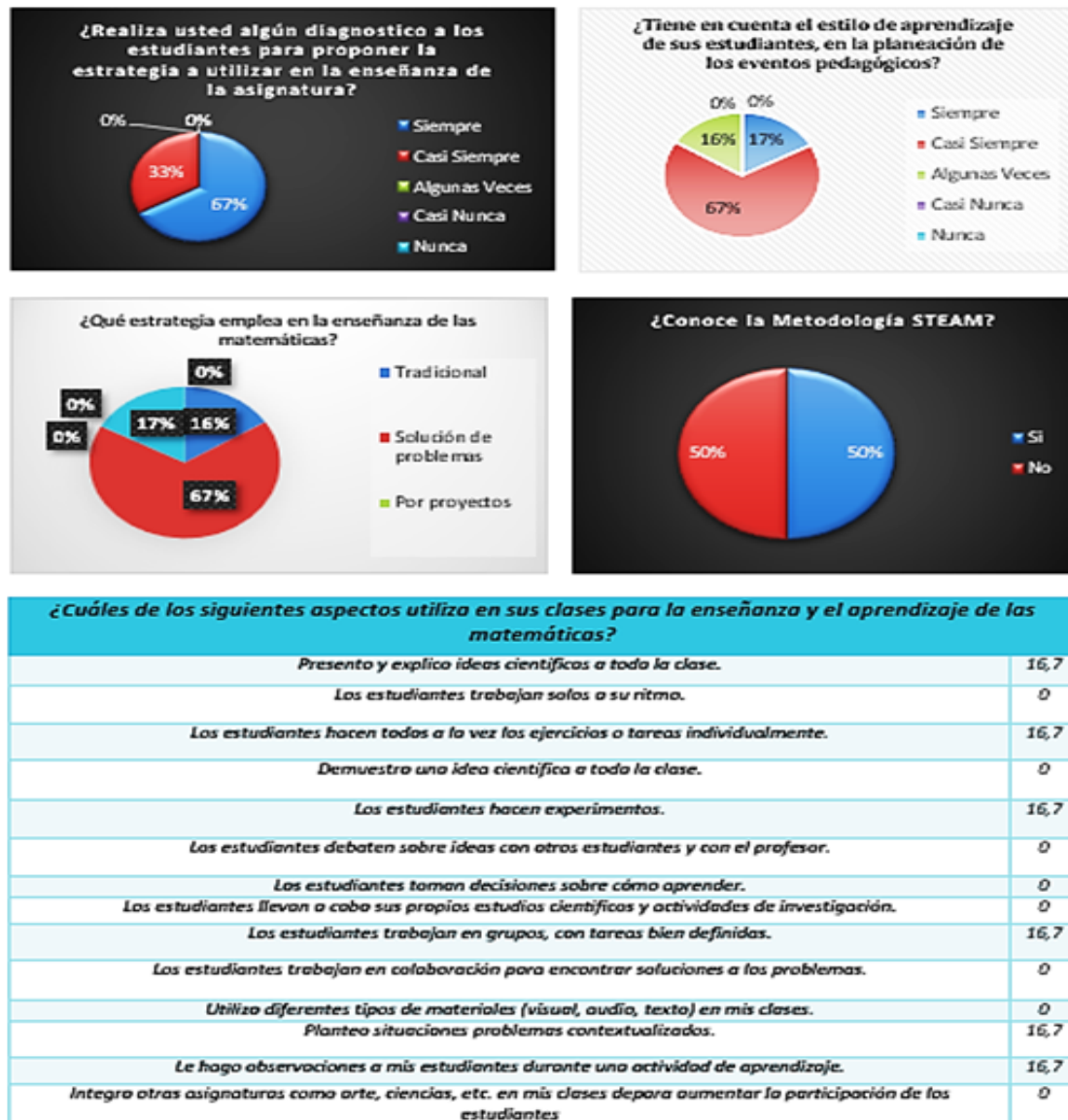


FIGURE 3. Estrategia didáctica y manejo de herramientas, Indicador Planeación

desarrollo de los eventos pedagógicos de los docentes en la institución en el área de matemáticas, su didáctica, estrategias y conocimiento de herramientas.

En cuanto a la planeación es posible concluir que los docentes siempre realizan un diagnóstico a los estudiantes para establecer la estrategia a desarrollar en el proceso de enseñanza, siendo la resolución de problemas la más utilizada, es importante recalcar que el inicio de toda actividad consiste en seleccionar un contexto real, planificarlo y determinar los conocimientos matemáticos que se desarrollaran con lo cual concuerda con autores como Alsina [1]. Se pudo establecer que la mitad de los docentes del área no conocen la metodología STEAM, y que algunos de los aspectos utilizados en sus clases para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas son: presentar y explicar ideas científicas, desarrollar experimentos, desarrollar problemas contextualizados, buscar que los estudiantes realicen actividades de manera individual y grupal con pautas definidas y hacer observaciones permanentes durante el desarrollo de las actividades. Lo cual permite resaltar la necesidad de trabajar la matemática de forma conectada e interdisciplinaria para avanzar de acuerdo a los lineamientos nacionales e internacionales, que permitan la formación de un estudiante preparado para las competencias que exige la sociedad del siglo XXI [2].

<i>¿Con cuáles de las siguientes herramientas tecnológicas cuenta la institución?</i>	<i>Tabletas</i>	<i>33,3</i>	<i>La herramienta tecnológica que esta disposición de los docentes en la institución es la sala de informática.</i>
	<i>Portátiles</i>	<i>0</i>	
	<i>Sala de informática</i>	<i>66,7</i>	
	<i>Tablero digital</i>	<i>0</i>	
	<i>Todas la anteriores</i>	<i>0</i>	
<i>¿Cuál herramienta tecnológica considera usted, es la más adecuada para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje, de tal manera que se mejore el rendimiento académico de los estudiantes en las matemáticas?</i>	<i>Software Educativo</i>	<i>33,3</i>	<i>La herramienta tecnológica considerada por los docentes como la más adecuada para el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas son los softwares educativos y los simuladores.</i>
	<i>Plataformas</i>	<i>16,7</i>	
	<i>Apps</i>	<i>16,7</i>	
	<i>Simuladores</i>	<i>33,3</i>	
	<i>Otro</i>	<i>0</i>	

FIGURE 4. Estrategia didáctica y manejo de herramientas, Indicador Recursos Tecnológicos

<i>Puntaje</i>	<i>Porcentaje de estudiantes</i>
2.7	14.5
3.4	22.9
4.0	4.2
4.7	16.7
5.4	22.9
6.0	12.5
7.4	6.3

TABLE 2. Resultados preprueba

Se pudo establecer en la dimensión de recursos tecnológicos (ver Figura 4) que el manejo de la sala de informática es el principal recurso de las instituciones donde los softwares educativos y los simuladores son considerados las herramientas más adecuadas, de tal manera que impacte positivamente en el desempeño académico del estudiante. Estos recursos deben ser usados con el fin de enriquecer el aprendizaje matemático, su versatilidad y potencia hace necesario replantear estrategias y objetivos con el fin que los estudiantes aprendan [10, 11, 17].

4.2. Análisis e interpretación de los datos estadísticos de la competencia de razonamiento cuantitativo: preprueba y posprueba. Los desempeños de los estudiantes en la preprueba (ver Tabla 2) muestra un promedio de 4.8 de puntaje, es decir bajo desempeño dentro de la escala institucional, donde se puede apreciar datos con una varianza de 1.7 mostrando resultados que se acercan al valor de la media. Al comparar esta información con las estadísticas obtenidas en las pruebas externas institucionales en los últimos años, es evidente que el comportamiento en cuanto a porcentajes de insuficiencias es muy cercano, estudiantes que se encuentran con calificaciones bajas y un porcentaje muy pequeño alcanza el nivel básico.

Esta información se utilizó como insumo para el diseño de las secuencias didácticas, estableciendo actividades donde la estrategia a utilizar debe incorporar actividades con instrucciones escritas, mapas conceptuales, animaciones computacionales, videos, fotografías e ilustraciones de preferencia perceptual relacionada con el uso de la experiencia y la práctica, ya sea real o simulada, además de dinámicas grupales, manipulación de objetos para explicar fenómenos, y en menor proporción, resúmenes y actividades que permita a los estudiantes escuchar la información, analizarla, representar gráficas y símbolos. Para ponderar las competencias matemáticas se utilizaron en las actividades diseñadas algunos indicadores en las competencias, como por ejemplo en Pensar y Razonar, plantear cuestiones matemáticas, ¿Cuántos hay? Si es así... entonces?, distinguir entre diversos tipos de enunciados; en Argumentar, se incluye la capacidad de conocer las pruebas matemáticas, crear y expresar argumentos matemáticos; para Comunicar: expresarse de diferentes formas sobre el contenido matemático de forma oral y escrita; y para el caso de Modelar: estructurar una situación, traducir la realidad matemática, dirigir y controlar un proceso, entre otros elementos considerados en las actividades.

Se parte, entonces, de los estándares académicos al grado correspondiente que apoyen el desarrollo de pensamiento cuantitativo, integrar la ciencia, tecnología, arte e ingeniería bajo un aprendizaje significativo involucrando situaciones problemáticas matemáticas con un contexto real. Integrando así, el conocimiento específico, el desarrollo del pensamiento lógico, la resolución de problemas, la creatividad, la tecnología y la evaluación. se incluyen juegos tecnológicos, acertijos usando tecnología y videos propios.

El trabajo se desarrolla desde la aplicación de secuencias didáctica implementadas en el espacio escolar acordado para la asignatura de matemáticas en sexto grado con actividades presenciales y remotas, enmarcada dentro del currículo de la institución educativa, con los temas correspondientes al tiempo de trabajo y plan de área establecido, enmarcado en temas como: Proposiciones, conectivos lógicos y cuantificadores, sistemas de numeración, orden los naturales y operaciones con números naturales.

Para la elaboración de las secuencias se consideró la estructura macro planteada por Godino [10, 11]:

- Objetivos
- Contenidos
- Una breve descripción de las actividades con orientaciones metodológicas y el tipo de recurso a utilizar
- Una breve descripción de las actividades de evaluación con orientaciones metodológicas
- Una breve descripción de las posibles actividades de refuerzo y de ampliación
- Recursos, materiales y Bibliografía

A manera de ejemplificación se presentan apartes de las actividades diseñadas y desarrolladas con los estuianetes en las imagenes de la Figura 5 teniendo en cuenta la siguiente estructura:

- Juego Online (Dirigido a la temática que se busca desarrollar)
- Planteamiento de una situación problemática. (los estudiantes tienen la libertad de establecer grupos para buscar una solución o trabajar de manera individual)
- Socialización de las posibles soluciones a la situación (con las respuestas se construye la solución en un proceso guiado por el docente).
- Presentación de contenidos específicos utilizando diferentes herramientas digitales (videos, mapas conceptuales, Geogebra, etc.)
- Al final de cada secuencia se plantea un proyecto donde los estudiantes presentan un producto final.

Se observa con esta información (ver Tabla 3) que la media de las calificaciones obtenidas en la posprueba con una puntuación de 7.2 se ubica dentro de la escala de la institución corresponde a básico frente a un bajo que presentaron en la preprueba. La varianza para estos datos es 1.7 igual a la de la preprueba, reconociendo valores como muy próximos entre sí. A

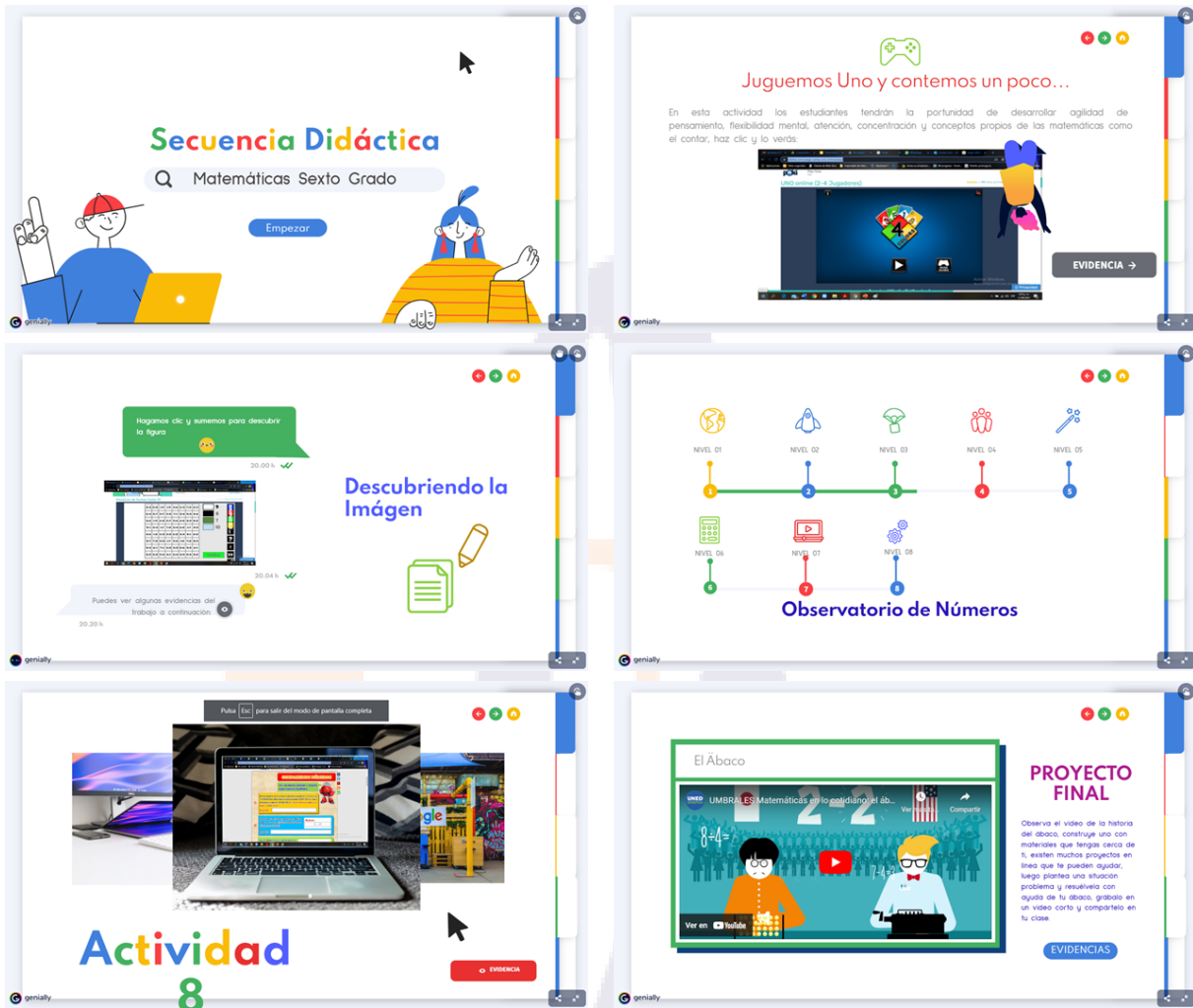


FIGURE 5. Algunas actividades.

<i>Puntaje</i>	<i>Porcentaje de estudiantes</i>
4.0	2.1
4.7	4.2
5.4	6.3
6.0	8.3
6.7	31.3
7.4	12.5
8.0	25.0
8.7	2.0
10.0	8.3

TABLE 3. Resultados posprueba

mayor nivel de razonamiento cuantitativo hay un mejor rendimiento en los resultados [9]. Al realizar la comparación entre la preprueba y posprueba (ver Figura 6) se observan mejores resultados después de aplicar la estrategia, el resultado obtenido muestra variantes entre los desempeños básicos, superiores o altos, por lo que se desarrollaron actividades para reforzar la competencia de razonamiento cuantitativo en los estudiantes con desempeño bajo y actividades de profundización para aquellos estudiantes que lograron un desempeño básico o mayor y así alcanzar un desempeño óptimo.

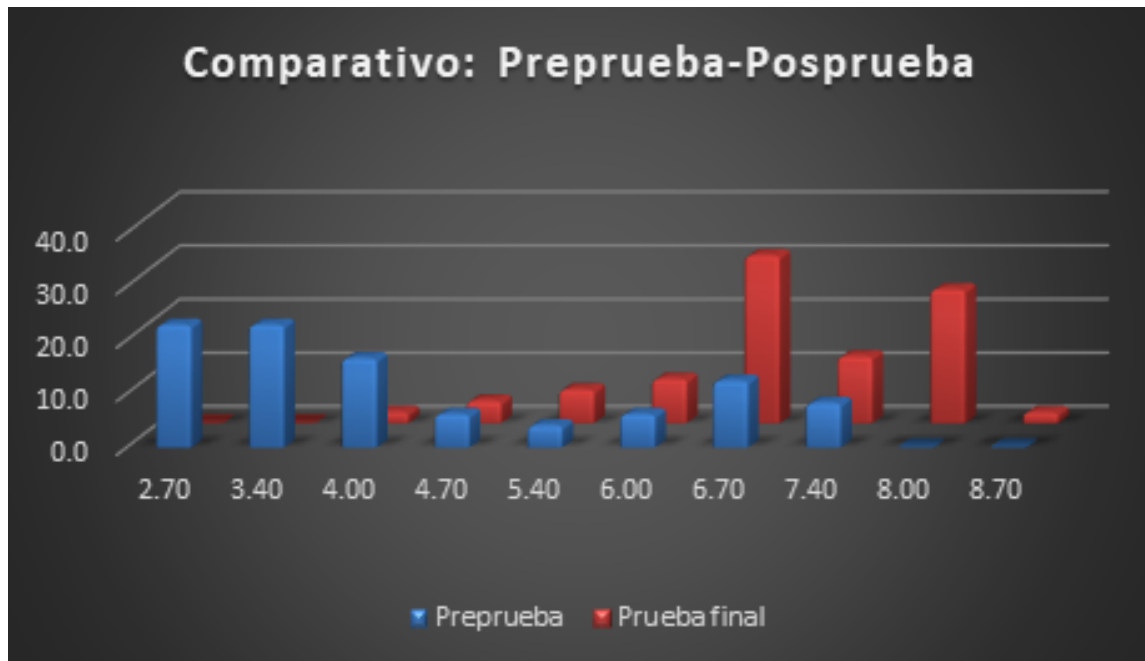


FIGURE 6. Comparativo entre pruebas aplicadas

Los estudiantes mostraron en la preprueba dificultades en la mayoría de los indicadores, donde más del 50% de los estudiantes no acertaron en las preguntas, a excepción del indicador que corresponde a Relacionar donde en las tres preguntas más de la mitad de los estudiantes fueron asertivos. Y cuando comparados los resultados obtenidos por indicador en las dos pruebas aplicadas se pueden observar (ver Figura 7) los cambios obtenidos en los indicadores que caracterizan la dimensión de las variables analizadas, al medir el desempeño académico de los estudiantes en cada una de las dimensiones hubo cambios favorables, el porcentaje de respuestas acertadas en la posprueba aumentó en comparación con la preprueba, reconociendo que las estrategias utilizadas pudieron tener impacto de manera favorable en el mejoramiento de la competencia de razonamiento cuantitativo. Con lo que es posible concluir que la aplicación de las secuencias didácticas en el desarrollo de los eventos pedagógicos generó un impacto positivo, los valores porcentuales de la Grafica 7 permiten evidenciar una mejoría en los promedios de acuerdo a cada uno de las habilidades evaluadas y que corresponden como mencionado a las competencias básicas que propenden al desarrollo del razonamiento cuantitativo en los estudiantes, que de manera permanente son evaluados desde el proceso de formación hasta las evaluaciones de carácter formal como las pruebas nacionales Saber o Internacionales como PISA. Los ítems que tuvieron un avance significativo es el de relacionar, análisis y modelación, la representación de situaciones matemáticas, lo que implicó la interpretación, traducción y manejo de representaciones, interacciones con diversas situaciones, además del manejo de las herramientas que para este caso fueron tecnológicas mostrando un papel crucial en estos resultados.

Realizando un análisis entre los resultados obtenidos en las dos pruebas, se observa una distribución homogénea entre las calificaciones, se observan mejores calificaciones en la posprueba con una media de 7.2 (desempeño básico), ante los de la preprueba que fue de 4.8 (desempeño bajo); el desempeño académico de los estudiantes mejoró, al subir de nivel, lo que evidencia un aporte positivo en la implementación del enfoque STEAM en el fortalecimiento del razonamiento cuantitativo.

5. Conclusiones

Son conclusiones a destacar el que con este trabajo se infiere que el desarrollo de las competencias matemáticas llevó a la formación de estructuras de pensamiento que permiten comprender

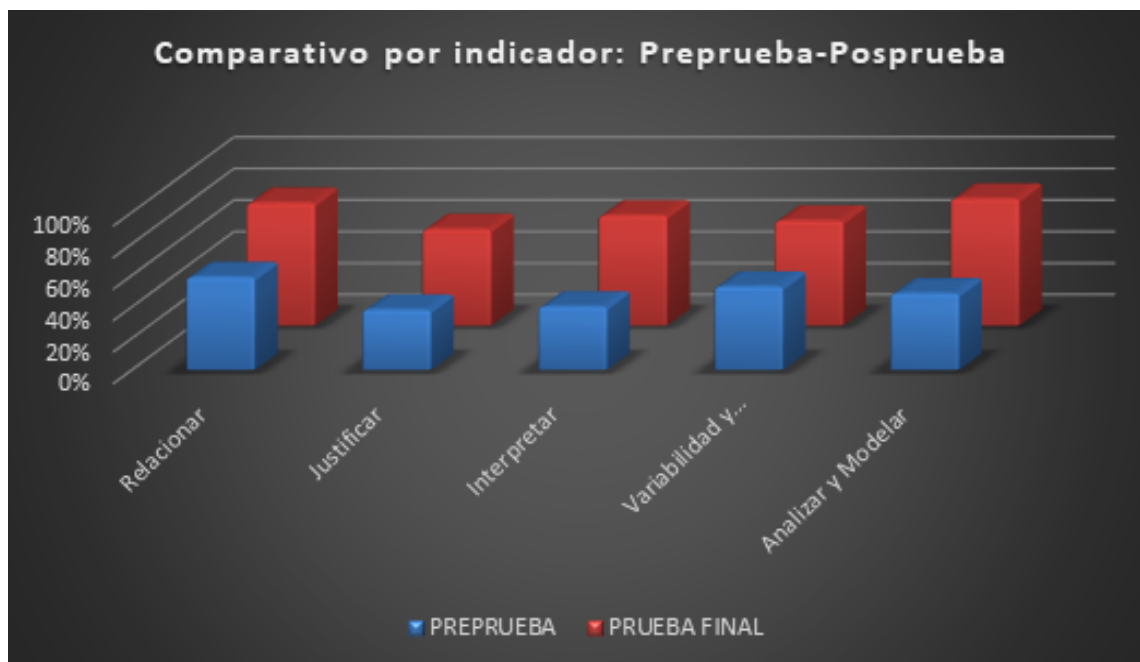


FIGURE 7. Comparativo por indicador entre pruebas aplicadas

las relaciones cuantitativas y su transversalidad con otras áreas del conocimiento, de igual manera fomenta la creatividad y la autorregulación del aprendizaje, lo que se encuentra en concordancia con resultados aplicados en este sentido en otros contextos [8].

Con el trabajo desarrollado se reafirma la idea que la enseñanza de las matemáticas debe plantear nuevos desafíos para afrontar nuevos retos, para lo cual se aplicaron una serie de actividades enmarcadas en el diseño de secuencias didácticas que tienen como objetivo el desarrollo de habilidades en representar, interpretar, modelar, comunicar y solucionar situaciones problemas, que fortalecen el razonamiento cuantitativo; dichas secuencias aplican el enfoque STEAM, permitiendo un acercamiento al aprendizaje fuera de los elementos tradicionales [15], integrando estas disciplinas bases del enfoque en un mundo que presenta experiencias diferentes que aporten al proceso educativo de los estudiantes.

REFERENCES

- [1] Alsina, A. (26 de Abril de 2020), *Conexiones matemáticas a través de actividades STEAM en Educación Infantil*. UNIÓN - Revista Iberoamericana de Educación Matemática, **16** (2020), no 58, 168–190. Cited on p. **13**.
- [2] UNESCO. (2015). *Declaración de Incheon. Educación 2030*, (2015), 29–38. Cited on pp. **8** and **13**.
- [3] Ministerio de Educación Nacional. (2017). *Plan decenal de educación. Camino hacia la calidad y la equidad*. Bogotá.: AFyM Producción Gráfica S.A.S, (2017). Cited on pp. **8** and **10**.
- [4] Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD]. *PISA 2022 Mathematics Framework*. (2022). Cited on p. **9**.
- [5] Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación Icfes. *Módulo de Razonamiento cuantitativo*. Bogotá: ICFES. (2015). Cited on pp. **9** and **11**.
- [6] National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. *Principles and Standards for School Mathematics*. United States of America. (2000). Cited on pp. **9** and **10**.
- [7] García, R., García, C. *Metodología STEAM y su uso en Matemáticas para estudiantes de bachillerato en tiempos de pandemia Covid-19*. Dominio de las Ciencias, **6** (2020), no 2, 163–180. Cited on p. **10**.
- [8] Jones V. *Ubiquitous learning environment: An adaptive teaching system using ubiquitous technology*. Proceedings of the 21st. (2004). Cited on p. **18**.

- [9] Rojas Torres, L., Mora Badilla, M., y Ordóñez Gutierrez, G. *Asociación del Razonamiento Cuantitativo con el Rendimiento Académico en Cursos Introdutorios de Matemática de Carreras STEM*. Revista digital, Matemática, Educación e Internet, **19**, (2019) no 1. Cited on p. **16**.
- [10] Godino, J. *Didácticas de las Matemáticas para Maestros*. Granada: Universidad de Granada. (2004). Cited on pp. **14** and **15**.
- [11] Godino, J., and Wihelmi, M. *The role of didactical situations in mathematical learning. A critical view from the onto-semiotic approach*. Enseñanza de las Ciencias, **38** (2020). no 1, 147–164 Cited on pp. **14** and **15**.
- [12] Yakman, G. *STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education*. STEAM Education Theory. (2008). Cited on p. **11**.
- [13] Steen, L. A. *Why Numbers Count: Quantitative Literacy for Tomorrow's America*. College Board. (1997). Cited on p. **10**.
- [14] Ayala, J. *Evaluación externa y calidad de la educación en Colombia. Documentos de trabajo sobre economía regional*. (2015). Cited on p. **8**.
- [15] Valbuena, S., Rodríguez D., y Tavera A. *La innovación en clase de Matemáticas Ejemplos y ontraejemplos de eficacia de la iniciativa docente en tiempos de pandemia* . Pensamiento Americano, **14**, (2021), no 28, 15–28. Cited on p. **18**.
- [16] Creswell John W. and Poth Cheryl N. *Qualitative Inquiry and Research Design Choosing Among Five Approaches Fourth Edittion*. (2017). Cited on pp. **11** and **12**.
- [17] Valbuena S., Muñiz L., y Berrio J. *El rol del docente en la argumentación matemática de estudiantes para la resolución de problemas*. Espacios. **41** (2020), no 9, 15–29. Cited on pp. **12** and **14**.
- [18] García, B., Coronado, A., y Montealegre, L. (2009). *Formación y desarrollo de competencias matemáticas: una perspectiva teórica en la didáctica de las matemáticas*. Revista, Educación y Pedagogía, **23** (2009), no 59, 159–175. Cited on p. **10**.
- [19] Ministerio de Educación Nacional [MEN]. *Siempre Dia E 2018–Informe por colegio del cuatrienio, Institución Educativa Distrital Nuevo Colegio Técnico del Santuario*. Bogotá: LEGIS S.A. (2018). Cited on p. **9**.
- [20] Plan Nacional Decenal de Educación 2016–2026. *Estrategia de Monitoreo y Evaluación del Plan Nacional Decenal de Educación 2016–2026*. (2016). Cited on p. **8**.

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA-UNAD, BARRANQUILLA 127, COLOMBIA
Email address: lorena.quintero@unad.edu.co

UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO, BARRANQUILLA 127, COLOMBIA
Email address: soniabalbuena@mail.uniatlantico.edu.co

UNIVERSIDAD DE LA COSTA- CUC, BARRANQUILLA 127, COLOMBIA
Email address: ldelvall14@cuc.edu.co